Aug 25

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1910.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1910.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.

MIT 19 TAFELN.

BERLIN 1910.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

Inhalt.

Abhandlungen.

Anhang.

Abhandlungen nicht zur Akademie gehöriger Gelehrter.

Jahr 1910.

Öffentliche Sitzungen.

Sitzung am 27. Januar zur Feier des Geburtsfestes Seiner Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar Hr. Diels eröffnete die Sitzung mit einer auf die Festfeier bezüglichen Ansprache. Darauf hielt Hr. Harnack die wissenschaftliche Festrede, die zwei secularen Erinnerungen gewidmet war, den ersten Publicationen der Akademie (1710) und Wilhelm von Humboldt's Denkschriften zur Reorganisation der wissenschaftlichen Anstalten (1810). Die Jahresberichte über die wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute, welche im Sitzungsbericht im Wortlaut abgedruckt sind, wurden diesmal wegen der knappen zur Verfügung stehenden Zeit in der Sitzung nicht verlesen. Zum Schluſs folgte der Bericht über die seit dem letzten Friedrichs-Tage (28. Januar 1909) in dem Personalstande der Akademie eingetretenen Veränderungen.

Sitzung am 30. Juni zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Hr. Waldeyer, als vorsitzender Secretar, eröffnete die Sitzung mit einer kurzen Ansprache.

Darauf hielt das seit dem letzten Leibniz-Tage (1. Juli 1909) neu eingetretene Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hr. Lüders seine Antrittsrede, die von dem beständigen Secretar

Hrn. Diels beantwortet wurde. Es folgten Gedächtnifsreden auf Friedrich Kohlrausch von Hrn. Rubens, auf Hans Landolt von Hrn. van't Hoff und auf Robert Koch von Hrn. Rubner.

Alsdann wurde verkündigt, dafs die Akademie eine Anzahl von Leibniz-Medaillen verliehen habe, und zwar in Gold dem Herzog Joseph Florimond von Loubat in Paris, in Silber dem Oberlehrer Professor Dr. Johannes Bolte in Berlin, dem Universitäts-Professor Dr. Karl Zeumer in Berlin, dem Dr. Albert von Le Coq in Berlin, dem Professor am Königlichen Albert-Gymnasium Dr. Johannes Ilberg in Leipzig, dem Oberlehrer Professor Dr. Max Wellmann in Potsdam, dem Directorial-Assistenten der Königlichen Museen in Berlin Professor Dr. Robert Koldewey in Babylon und dem Professor an der Landwirthschaftlichen Akademie zu Bonn-Poppelsdorf Dr. Gerhard Hessenberg.

Schliefslich erfolgten Mittheilungen betreffend eine Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik, das Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat für 1910, den Preis der Steiner'schen Stiftung für 1910 und eine Preisausschreibung aus derselben Stiftung für 1915, die Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung für 1910 und das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Verzeichnifs der im Jahre 1910 gelesenen Abhandlungen.

Physik und Chemie.

Rubens und H. Hollnagel, Messungen im langwelligen Spectrum. (G. S. 6. Jan.; *S. B.* 20. Jan.)

Nernst, F. Koref und F. A. Lindemann, Untersuchungen über die specifische Wärme bei tiefen Temperaturen. I. II. (Cl. 17. Febr.; *S. B.* 3. März.)

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Botanik und Zoologie.

Anatomie und Physiologie, Pathologie.

Koch, über das epidemiologische Verhalten der Tuberculose. (Cl. 7. April.)

Wohlgemuth, Dr. J., und Dr. M. Strich, Untersuchungen über die Fermente der Milch und über deren Herkunft. Vorgelegt von Orth. (Cl. 12. Mai; *S. B.*)

Waldeyer, das Skelet einer Hundertjährigen. (G. S. 26. Mai; *S. B.* 24. Nov.)

Munk, zur Anatomie und Physiologie der Sehsphäre der Grofshirnrinde. (Cl. 7. Juli; *S. B.* 1. Dec.)

Brahn, Dr. B., die Wirkung krebskranker Organe auf den Katalasengehalt der metastasenfreien Leber. Vorgelegt von Orth. (Cl. 7. Juli; *S. B.*)

Virchow, Prof. H., die Wirbelsäule des abessinischen Nashorns (Biceros bicornis) nach Form zusammengesetzt. Vorgelegt von Waldeyer. (G. S. 14. Juli; *S. B.* 28. Juli.)

Morgenroth, Prof. J., und Dr. L. Halberstaedter, über die Beeinflussung der experimentellen Trypanosomeninfection durch Chinin. Vorgelegt von Orth. (Cl. 21. Juli; *S. B.*)

O. Hertwig, neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung thierischer Eier. Zweite Mittheilung. (G. S. 28. Juli; *S. B.*)

Astronomie, Geographie und Geophysik.

Struve, über die Bahnen der Uranustrabanten nach neueren Beobachtungen. (Cl. 13. Jan.)

Penck, Versuch einer Klimaclassification auf physiogeographischer Grundlage. (Cl. 3. März; *S. B.*)

Berberich, Prof. A., Tafeln für die heliocentrischen Coordinaten von 307 kleinen Planeten. Vorgelegt von Auwers. (G. S. 27. Oct.; *Abh.*)

Mathematik.

Frobenius, über die mit einer Matrix vertauschbaren Matrizen. (G. S. 6. Jan.; *S. B.*)

Schottky, die geometrische Theorie der Abel'schen Functionen vom Geschlechte 3. (Cl. 17. Febr.; *S. B.*)

Frobenius, über den Fermat'schen Satz. II. (G. S. 24. Febr.; *S. B.*)

Schwarz, Beispiel einer stetigen Function reellen Argumentes, für welche der Grenzwerth des Differenzenquotienten in jedem Theile des Intervalles unendlich oft gleich Null ist. (G. S. 23. Juni; *S. B.*)

Frobenius, über die Bernoulli'schen Zahlen und die Euler'schen Polynome. (G. S. 14. Juli; *S. B.* 28. Juli.)

Schwarz, über eine bisher noch nicht bemerkte Eigenschaft einer der drei ebenen Configurationen $(9_3, 9_3)$. (G. S. 28. Juli.)

Schwarz, über die conforme Abbildung von Ecken und Spitzen auf einen flachen Winkel. (G. S. 28. Juli.)

Schottky, über die Gaufs'sche Theorie der elliptischen Functionen. (Cl. 1. Dec.; *S. B.* 2. März 1911.)

Mechanik und Technik.

Zimmermann, über die Ermittlung der Knickfestigkeit von Rahmenstäben. (Cl. 3. Febr.)

Martens, Zustandsänderungen der Metalle infolge von Festigkeitsbeanspruchungen. (G. S. 10. Febr.; *S. B.* 24. Febr.)

Müller-Breslau, über excentrisch gedrückte gegliederte Stäbe. (Cl. 17. Febr.; *S. B.*)

Kötter, Prof. F., über die Spannungen in einem ursprünglich geraden, durch Einzelkräfte in stark gekrümmter Gleichgewichtslage gehaltenen Stab. Vorgelegt von Müller-Breslau. (G. S. 27. Oct.; *S. B.*)

Philosophie.

Dilthey, das Verstehen anderer Personen und ihrer Lebensäufserungen. (G. S. 30. Jan.; *Abh.*; Theil der Abhandlung: Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften.)

Stumpf, Structurverschiedenheiten der Wahrnehmungsinhalte. (Cl. 17. Febr.)

Geschichte des Alterthums.

Meister, Prof. R., kyprische Sacralinschrift. Vorgelegt von v. Wilamowitz-Moellendorff. (Cl. 13. Jan.; *S. B.* 17. Febr.)

von Fritze, Dr. H., die Münzen von Pergamon. Vorgelegt von Conze und Dressel. (Cl. 13. Jan.; *Abh.*)

Dressel, über eine bisher unbekannte Silbermünze des Arsakiden Mithradates III. (Cl. 12. Mai.)

Zucker, Dr. F., Urkunde aus der Kanzlei eines römischen Statthalters von Aegypten in Originalausfertigung. Vorgelegt von Erman. (Cl. 7. Juli; *S. B.* 21. Juli.)

Zimmer †, über directe Handelsverbindungen Westgalliens mit Irland im Alterthum und frühen Mittelalter. IV. V. Vorgelegt von Diels. (Cl. 20. Oct.; *S. B.* 8. Dec.)

Sachau, über den Charakter der jüdischen Colonie in Elephantine. (Cl. 3. Nov.)

Kirchner, Prof. J., die Doppeldatirungen in den attischen Decreten. Vorgelegt von v. Wilamowitz-Moellendorff. (Cl. 1. Dec.; *S. B.*)

Hirschfeld, Beiträge zur römischen Geschichte. (G. S. 22. Dec.)

Mittlere und neuere Geschichte.

von Schmoller, die thatsächliche Entwickelung der deutschen Städte im Mittelalter. (Cl. 13. Jan.)

Koser, über die politische Haltung des Kurprinzen Johann Sigismund von Brandenburg. (G. S. 31. März.)

Lenz, über die Geschichte der Theologischen Facultät an der Berliner Universität seit der Berufung Neander's bis 1817. (Cl. 7. April.)

Burdach, Sinn und Ursprung der Worte Renaissance und Reformation. (G. S. 28. April, Cl. 2. Juni; *S. B.* 23. Juni.)

Schäfer, Mittheilungen aus dem ersten Bande seiner »Deutschen Geschichte«. (Cl. 16. Juni.)

Meyer, Beiträge zur Geschichte der Mormonen. (Cl. 7. Juli.)

Kirchengeschichte.

Harnack, das ursprüngliche Motiv der Abfassung von Märtyrer- und Heilungsacten in der Kirche. (Cl. 3. Febr.; *S. B.*)

Harnack, »Ostiarius«. (G. S. 9. Juni; *S. B.*)

Harnack, das Problem des zweiten Thessalonicherbriefs. (Cl. 16. Juni; *S. B.*)

Harnack, die Adresse des Epheserbriefs des Paulus. (Cl. 21. Juli; *S. B.*)

Meyer, Prof. P. M., die Libelli aus der Decianischen Christenverfolgung. Vorgelegt von Harnack. (G. S. 24. Nov.; *Abh.*)

Allgemeine, deutsche und andere neuere Philologie.

Schmidt, die Ruine als dichterisches Motiv. (G. S. 24. Febr.)

Roethe, über Briefe der Sophie Laroche und Wieland's an die Gräfin Elisabeth von Solms-Laubach. (G. S. 9. Juni.)

W. Schulze, Etymologisches. (G. S. 14. Juli; *S. B.* 28. Juli.)

Brandl, Spielmannsverhältnisse in frühmittelenglischer Zeit. (Cl. 21. Juli; *S. B.* 20. Oct.)

Heusler, Verbrechensfolgen in den Isländersagas. (G. S. 27. Oct.)

Classische Philologie.

Heeg, Dr. J., das Münchener Uncialfragment des Cassius Felix (clm. 29136). Vorgelegt von Diels. (Cl. 3. März; *S. B.*)

von Wilamowitz-Moellendorff, über das θ der Ilias. (Cl. 21. April; *S. B.*)

Vahlen, über eine Stelle in Aristoteles' Poetik. (G. S. 24. Nov.; *S. B.*)

von Wilamowitz-Moellendorff, die Bühne in den ältesten Tragödien des Aischylos. (Cl. 1. Dec.)

Diels, über einen neuen Versuch, die Echtheit einiger Hippokratischen Schriften nachzuweisen. (Cl. 15. Dec.; *S. B.*)

Diels, Hippokratische Forschungen. II. III. (Cl. 15. Dec.)

Archaeologie.

Kekule von Stradonitz, über griechische Portraits. (Cl. 17. März; *Abh.* unter dem Titel: Strategenköpfe.)

Conze, Plan eines Tempels auf Mamurt-Kaleh im Jünd-Dag bei Pergamon. (Cl. 17. Nov.)

Orientalische Philologie.

Thomsen, ein Blatt in türkischer »Runen«schrift aus Turfan. (Cl. 3. Febr.; *S. B.* 17. März.)

Andreas, Prof. F. C., zwei soghdische Excurse zu Vilhelm Thomsen's: Ein Blatt in türkischer Runenschrift. Vorgelegt von Müller. (Cl. 3. Febr.; *S. B.* 17. März.)

Erman, zwei Actenstücke aus der thebanischen Gräberstadt. (Cl. 3. März; *S. B.* 7. April.)

Ranke, Dr. H., keilschriftliches Material zur altaegyptischen Vocalisation. Vorgelegt von Erman. (G. S. 10. März; *Abh.*)

Schäfer, Prof. H., und Dr. H. Junker, Bericht über die von der Königlichen Akademie der Wissenschaften in den Wintern 1908/09 und 1909/10 nach Nubien entsendete Expedition. Vorgelegt von Erman. (Cl. 12. Mai; *S. B.* 16. Juni.)

Müller, Uigurica II. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)

Andreas, Prof. F. C., Bruchstücke einer Pehlewi-Übersetzung der Psalmen aus der Sassanidenzeit. Vorgelegt von Müller. (Cl. 20. Oct.; *S. B.*)

von Le Coq, Dr. A., Chuastuanift, ein Sündenbekenntnifs der manichäischen Auditores, gefunden in Turfan. Vorgelegt von Müller. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)

Junker, Dr. H., der Auszug der Hathor-Tefnut aus Nubien. Vorgelegt von Erman. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)

Möller, Dr. G., das Decret des Amenophis, des Sohnes des Hapu. Vorgelegt von Erman. (Cl. 3. Nov.; *S. B.* 17. Nov.)

Lüders, über Varuṇa. (Cl. 17. Nov.)

Bericht über den Erfolg der Preisausschreibungen für 1910 und neue Preisausschreibungen.

Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik.

Die Akademie stellt für das Jahr 1914 folgende Preisaufgabe:

»Die Classenzahl des allgemeinsten Kreiskörpers soll berechnet und mit der Classenanzahl seiner Divisoren verglichen werden.«

Der ausgesetzte Preis beträgt fünftausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefafst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind,

können durch Beschlufs der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äufserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strafse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat.

In der Leibniz-Sitzung des Jahres 1904 (30. Juni) hat die Akademie für das Jahr 1910 folgende Preisaufgabe aus dem Eller'schen Legat ausgeschrieben:

»Die Akademie verlangt Untersuchungen über die unsern Süfswasserfischen schädlichen Myxosporidien. Es ist alles, was von der Entwicklung dieser Parasiten bekannt ist, übersichtlich zusammenzustellen und mindestens bei einer Species der vollständige Zeugungskreis experimentell zu ermitteln.«

Bewerbungsschriften, welche bis zum 31. December 1909 erwartet wurden, sind nicht eingegangen; die Akademie will aber die Aufgabe unverändert, und zwar für das Jahr 1914, wiederholen.

Der ausgesetzte Preis beträgt viertausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefafst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschlufs der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äufserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Strafse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis der Steiner'schen Stiftung.

In der Leibniz-Sitzung am 29. Juni 1905 hat die Akademie für den Steiner'schen Preis zum dritten Male die Aufgabe gestellt:

»Es soll irgend ein bedeutendes, auf die Lehre von den krummen Flächen sich beziehendes, bis jetzt noch nicht gelöstes Problem möglichst mit Berücksichtigung der von J. Steiner aufgestellten Methode und Principien vollständig gelöst werden.«

»Es wird gefordert, dafs zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

»Ohne die Wahl des Themas einschränken zu wollen, wünscht die Akademie bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit der Geometer auf die speciellen Aufgaben zu richten, auf welche J. Steiner in der allgemeinen Anmerkung am Schlusse seiner zweiten Abhandlung über Maximum und Minimum bei den Figuren in der Ebene, auf der Kugelfläche und im Raume überhaupt hingewiesen hat.«

Eine Bearbeitung ist für dieses Thema indes auch diesmal nicht eingegangen, und die Akademie zieht die gestellte Preisaufgabe nunmehr zurück.

Den Statuten der Steiner'schen Stiftung gemäfs will die Akademie den frei gewordenen Preis von Sechstausend Mark zur Anerkennung hervorragender Arbeiten aus dem Gesammtbereich der Geometrie verwenden. Derselbe wird zuerkannt dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. Gaston Darboux in Paris, Mitglied des Institut de France und ständigem Secretär der Académie des Sciences, für seine ausgezeichneten geometrischen Arbeiten.

Gleichzeitig stellt die Akademie für das Jahr 1915 folgende neue Preisaufgabe:

»Es sollen alle nicht zerfallenden Flächen fünften Grades bestimmt und hinsichtlich ihrer wesentlichen Eigenschaften

untersucht werden, auf denen eine oder mehr als eine Schar von im allgemeinen nicht zerfallenden Curven zweiten Grades liegt.«

»Es wird gefordert, daſs zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

Für die Lösung der Aufgabe wird ein Preis von 7000 Mark ausgesetzt.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefaſst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluſs der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äuſserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1914 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer Straſse 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1915.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung.

Gemäfs dem Statut der von Frau Charlotte Stiepel geb. Freiin von Hopffgarten errichteten Charlotten-Stiftung für Philologie hat die Akademie in der Leibniz-Sitzung am 1. Juli 1909 die folgende Preisaufgabe gestellt:

»In den litterarischen Papyri sind so zahlreiche prosodische Zeichen an das Licht getreten, dafs das Aufkommen und die Verbreitung der griechischen Accentuation sich verfolgen läfst und die byzantinische Tradition, die im Wesentlichen noch heute herrscht, controlirt werden kann. Dazu ist die erste und nöthigste Vorarbeit, dafs festgestellt wird, in welchen Fällen die antiken Schreiber und Correctoren die Prosodie bezeichnen, und wie sie das thun. Zur Vergleichung müssen mindestens einige sorgfältig geschriebene Handschriften des 9. und 10. Jahrhunderts herangezogen werden. Diese Aufgabe stellt die Akademie. Es bleibt dem Bearbeiter anheimgestellt, inwieweit er die Lehren der antiken Grammatiker heranziehen will, oder andererseits Schlüsse auf die wirkliche Betonung und Aussprache machen.«

Es sind drei Bewerbungsschriften eingegangen, die eine allerdings erst am 1. März, dem Einlieferungstermine, zur Post gegeben; die Akademie hat sie noch angenommen, wird aber in Zukunft in dem Ausschreiben deutlich aussprechen, dafs die Bewerbungsschriften am 1. März in die Hände der Akademie gelangen müssen.

Die Arbeit mit dem Motto »τόλμα πρήξιος ἀρχή« kann schon wegen ihres Umfanges und der aphoristischen Behandlung des Themas nicht ernstlich in Betracht kommen.

Die Arbeit mit dem Motto »rem tene, verba sequentur« hat aus vier besonders wichtigen Papyri das gesammte Material geordnet vorgelegt und auch sonst das Wichtigste verarbeitet, auch

die grammatische Tradition herangezogen, und die zusammenfassende Darlegung zeugt von ebensoviel Fleiſs wie eindringendem Urtheil, wenn sich der Verfasser auch selbst darüber klar ist, daſs er in der verfügbaren Zeit nur Unfertiges und Provisorisches liefern konnte. Es werden sich noch manche Schlüsse und Behauptungen bei der nothwendigen Erweiterung und Vertiefung der Arbeit anders stellen.

Ziemlich dasselbe gilt für den Verfasser der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit usw.«. Aber seine Sammlungen sind so weit gediehen, daſs er wirklich im wesentlichen alle in antiken Büchern erhaltenen Accente bereits gesammelt und geordnet vorgelegt hat. Demgemäſs erstrecken sich seine Beobachtungen und die Probleme, die er aufwirft, weiter als in der anderen Bewerbungsschrift, und wenn auch keine von beiden mehr als Vorarbeiten zu dem Buche liefert, das die von der Akademie bezeichnete Aufgabe lösen soll, so würden sie doch beide als genügend für die Zutheilung des Preises erachtet werden können. Es ist wesentlich das Übergewicht des gesammelten Materials, was die Akademie bestimmt, der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit« den vollen Preis, der mit dem Motto »rem tene« einen Nebenpreis in Höhe einer einjährigen Rate des Hauptpreises zuzuerkennen.

Die nach Verkündung des vorstehenden Urtheils vorgenommene Eröffnung der Namenszettel ergab als Verfasser der mit dem vollen Preise ausgezeichneten Arbeit Hrn. Bernhard Laum, Candidaten des höheren Schulamts in Straſsburg i. E., und als Verfasser der durch den Nebenpreis anerkannten Arbeit Hrn. Hermann Flebbe, Candidaten des höheren Schulamts in Hannover.

Verzeichniss der im Jahre 1910 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung wissenschaftlicher Unternehmungen.

Es wurden im Laufe des Jahres 1910 bewilligt:

2300 Mark dem Mitglied der Akademie Hrn. Engler zur Fortführung der Herausgabe des »Pflanzenreich«.

4000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens »Das Tierreich«.

6000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen.

5000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften.

4000 » der Deutschen Commission der Akademie zur Fortführung ihrer Unternehmungen.

2000 » dem Curatorium der Akademischen Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin zu den Kosten der Veröffentlichung der Ergebnisse der von der Stiftung veranstalteten Trinil-Expedition.

1000 » zur Förderung des Unternehmens des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmässigen Beitrag von 5000 Mark hinaus.

1500 » zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache.

500 » zu der von den cartellirten deutschen Akademien unternommenen Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge.

2500 Mark für das Unternehmen einer Neuausgabe der Septuaginta, welche das Cartell der deutschen Akademien in die Hand genommen hat.

2875 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Engler zur Fortsetzung des Sammelwerkes »Die Vegetation der Erde«.

2000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Lufträume des Vogelkörpers.

1500 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Struve zu einer Bearbeitung der in den letzten Jahrzehnten angestellten Beobachtungen der Uranusmonde.

12000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Sachau als Beitrag zu den Kosten der Herstellung eines Thesaurus der japanischen Sprache.

1000 » dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. von Bezold in Bonn zu den Vorarbeiten für eine Monographie über den französischen Publicisten Jean Bodin.

600 » dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. Mitteis in Leipzig zur Herstellung einer Sammlung der justinianischen Interpolationen in den Digesten, dem Codex Justinianus und den Institutionen.

1500 Frcs. der Biologischen Station in Roscoff gegen Einräumung eines von der Akademie zu vergebenden Arbeitsplatzes für die Dauer eines Jahres.

1000 Mark dem von dem zweiten Deutschen Kalitage eingesetzten Comité zur wissenschaftlichen Erforschung der norddeutschen Kalisalzlager.

1000 » Hrn. Prof. Dr. Emil Abderhalden in Berlin zu Versuchen über Ernährung mit vollständig abgebautem Eiweifs.

420 Mark Hrn. Prof. Dr. Ernst Anding in Gotha zur Herausgabe einer von ihm berechneten Tafel der Bessel'schen Functionen für imaginäre Argumente.

1200 » Hrn. Prof. Dr. Adolf Borgert in Bonn zu weiteren Untersuchungen über Radiolarien.

1000 » Hrn. Privatdocenten Dr. Otto H. Erdmannsdörffer in Berlin zu Untersuchungen über Contact-Metamorphismus in französischen Gebirgen.

1000 » Hrn. Dr. Victor Franz in Frankfurt a. M. zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Fischwanderungen.

600 » Hrn. Prof. Dr. Karl Haufsmann in Aachen zur Untersuchung des Aachener magnetischen Störungsgebiets.

500 » Hrn. Dr. M. K. Hoffmann in Leipzig zur Fortführung der Bearbeitung eines Lexikons der anorganischen Verbindungen.

1000 » Hrn. Prof. Dr. Arrien Johnsen in Kiel zur Untersuchung des auf den Inseln S. Pietro und S. Antioco gesammelten mineralogischen Materials.

600 » Hrn. Dr. Otto Kalischer in Berlin zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Hörsphären des Grofshirns usw.

600 » Hrn. Dr. Ludwig Keilhack in Berlin zur Fortsetzung seiner zoologischen Seenuntersuchungen in den Dauphiné-Alpen.

650 » Hrn. Privatdocenten Dr. Hans Kniep in Freiburg i. Br. zu Untersuchungen über den Einflufs der Schwerkraft auf die Orientirungsbewegungen von Pflanzenorganen.

500 » Hrn. Prof. Dr. Paul Kuckuck auf Helgoland für eine Reise nach England und Irland zum Abschlufs seiner Bearbeitung der Phaeosporeen.

500	Mark	Hrn. Prof. Dr. Otto Ruff in Danzig zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Osmium.
2000	»	Hrn. Prof. Dr. Johannes Walther in Halle a. S. zu einer Reise nach Aegypten behufs Studien über Wüstenbildung.
5000	»	zur Untersuchung antiker Anlagen bei Paphos auf Cypern durch Hrn. Dr. Robert Zahn in Berlin.
500	»	für die Zwecke des Corpus inscriptionum Etruscarum.
1500	»	Hrn. Prof. Dr. Erich Adickes in Tübingen zur Drucklegung seiner Untersuchungen über Kant's physische Geographie.
600	»	Hrn. Dr. Theodor Kluge in Berlin zur photographischen Aufnahme altgeorgischer Handschriften.
800	»	Hrn. Prof. Dr. Gustav Knod in Strafsburg i. E. zu einer Reise nach Frankreich behufs Fortführung der Arbeit an seinem Werke »Die deutsche Nation zu Orléans«.
1800	»	Hrn. Prof. Dr. Oskar Mann in Berlin zur Fortsetzung seiner Forschungen über Kurdistan und seine Bewohner.
1000	»	Demselben zur Drucklegung der II. Abtheilung seiner »Kurdisch-persischen Forschungen«.
500	»	Hrn. Prof. Dr. Hans Pomtow in Berlin zur Vollendung seiner Delphischen Studien.
2500	»	Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schulthefs in Göttingen zur Drucklegung seines Werkes »Kalīla und Dimna. Syrisch und deutsch.«
500	»	Hrn. Privatdocenten Dr. Rudolf Unger in München zur Drucklegung seines Werkes »Hamann und die Aufklärung.«

Verzeichnifs der im Jahre 1910 erschienenen im Auftrage oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder herausgegebenen Werke.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preufs. Akademie der Wissenschaften hrsg. von A. Engler. Heft 41—46. Leipzig 1910.

Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Begründet von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Im Auftrage der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin hrsg. von Franz Eilhard Schulze. Lief. 24. Berlin 1910.

Acta Borussica. Denkmäler der Preußischen Staatsverwaltung im 18. Jahrhundert. Hrsg. von der Königlichen Akademie der Wissenschaften. Behördenorganisation und allgemeine Staatsverwaltung. Bd. 5, Hälfte 1. Bd. 10. — Die einzelnen Gebiete der Verwaltung: Getreidehandelspolitik. Bd. 3. Münzwesen. Münzgeschichtlicher Teil. Bd. 3. Berlin 1910.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grofsen. Bd. 34. Berlin 1910.

Kant's gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 1 (Neudruck). Berlin 1910.

Die antiken Münzen Nord-Griechenlands. Unter Leitung von F. Imhoof-Blumer hrsg. von der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Bd. 1. Dacien und Moesien, bearb. von Behrendt Pick und Kurt Regling. Halbbd. 2, Abth. 1. Berlin 1910.

Deutsche Texte des Mittelalters hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 11. Die Predigten Taulers. Bd. 18. Gundackers von Judenburg Christi Hort. Bd. 21. Die poetische Paraphrase des Buches Hiob. Berlin 1910.

Wielands Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Deutschen Kommission der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Abt. 1, Bd. 3. Berlin 1910.

Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiarum quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 3, Fasc. 6. 7. Vol. 5, Fasc. 1. 2. Supplementum: Nomina propria Latina. Fasc. 2. Lipsiae 1910.

Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. 3. Lh: Die Tripyleen Radiolarien. 10. Borgert, A. Porospathidae und Cadiidae. Kiel und Leipzig 1910.

Reck, Hans. Isländische Masseneruptionen. Jena 1910. (Geologische und paläontologische Abhandlungen. Hrsg. von E. Koken. Neue Folge. Bd. 9, Heft 2.)

Schultze, Leonhard. Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika ausgeführt in den Jahren 1903—1905. Bd. 4. Jena 1910. (Denkschriften der Medicinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. Bd. 16.)

Vocabularium Iurisprudentiae Romanae iussu Instituti Savigniani compositum. Tom. 3, Fasc. 1. Tom. 5, Fasc. 1. Berolini 1910.

Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preufsischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 18: Die Esra-Apokalypse (IV. Esra). Tl. 1. Leipzig 1910.

Philippson, Alfred. Topographische Karte des westlichen Kleinasien. Lief. 1. Gotha 1910.

Philippson, Alfred. Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. Heft 1. Gotha 1910. (Ergänzungsheft N. 167 zu »Petermanns Mitteilungen«.)

Voeltzkow, Alfred. Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905 mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt. Wissenschaftliche Ergebnisse. Bd. 2. Stuttgart 1906—10.

Ammiani Marcellini rerum gestarum libri qui supersunt rec. rhythmiceque distinxit Carolus U. Clark. Vol. 1. Berolini 1910.

Ascherson, Paul, und Graebner, Paul. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Lief. 64—70. Leipzig 1909—10.

Bauschinger, J., und Peters, J. Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit acht Dezimalstellen. Bd. 1. Leipzig 1910.

Hoffmann, M. K. Lexikon der anorganischen Verbindungen. Bd. 1, Bogen 1—5. Bd. 3, Bogen 1—5. Leipzig 1910.

Lehmann-Haupt, C. F. Armenien einst und jetzt. Bd. 1. Berlin 1910.

Mann, Oskar. Kurdisch-persische Forschungen. Abt. 2. Berlin 1910.

von Recklinghausen, Friedrich. Untersuchungen über Rachitis und Osteomalacie. Text und Atlas. Jena 1910.

Römer, Fritz, und Schaudinn, Fritz. Fauna Arctica. Eine Zusammenstellung der arktischen Tierformen. Fortgesetzt von August Brauer. Bd. 5, Lief. 1. Jena 1910.

Salomon, Wilhelm. Die Adamellogruppe. Tl. 2. Wien 1910. (Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. 21, Heft 2.)

Schweinfurth, Georg. Aufnahmen in der östlichen Wüste von Aegypten. Serie 1, Blatt 7. 8. Berlin.

Spuler, Arnold. Die Schmetterlinge Europas. Lief. 31—37. 38a. 38b. Stuttgart 1905—10.

Taschenberg, O. Bibliotheca zoologica II. Verzeichnifs der Schriften über Zoologie, welche in den periodischen Werken enthalten und vom Jahre 1861—1880 selbständig erschienen sind. Lief. 18. Leipzig 1910.

Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1910.

Es wurden gewählt:

zum auswärtigen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe:

Lord Rayleigh in Witham, Essex, bisher correspondirendes Mitglied, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 6. April 1910;

zum Ehrenmitglied:

Bernhard Fürst von Bülow in Rom, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 31. Januar 1910;

zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Albert Ladenburg in Breslau
Roland Baron Eötvös in Ofen-Pest } am 6. Januar 1910,

Hr. Wilhelm Wien in Würzburg am 14. Juli 1910,

Sir Joseph John Thomson in Cambridge, England
» Victor Horsley in London,
Hr. Felix Marchand in Leipzig
» Friedrich Merkel in Göttingen
» Angelo Mosso in Turin
» Gustav Schwalbe in Strafsburg
» Oswald Schmiedeberg in Strafsburg
» William Morris Davis in Cambridge, Mass. } am 28. Juli 1910,

» Lewis Boss in Albany, N. Y.
» Friedrich Küstner in Bonn } am 27. October 1910;

zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Wilhelm Fröhner in Paris am 23. Juni 1910,
» Samuel Rolles Driver in Oxford
» Ignaz Goldziher in Ofen-Pest
» Franz Praetorius in Breslau
} am 8. December 1910.

Gestorben sind:

die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Hans Landolt am 15. März 1910,
» Robert Koch am 27. Mai 1910;

die ordentlichen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Adolf Tobler am 18. März 1910,
» Heinrich Zimmer am 29. Juli 1910;

die auswärtigen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Eduard Pflüger in Bonn am 16. März 1910,
» Giovanni Virginio Schiaparelli in Mailand am 4. Juli 1910;

das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Léopold Delisle in Paris am 22. Juli 1910;

das Ehrenmitglied:

Hr. Friedrich Kohlrausch in Marburg am 17. Januar 1910;

die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe:

Hr. Alexander Agassiz in Cambridge, Mass. am 27. März 1910,
» Eduard van Beneden in Lüttich am 28. April 1910,
» Stanislao Cannizzaro in Rom am 10. Mai 1910,

Sir William Huggins in London am 12. Mai 1910,
Hr. Friedrich von Recklinghausen in Strafsburg am 26. August 1910,
» Melchior Treub, früher in Buitenzorg, zuletzt in Saint-Raphaël (Südfrankreich) am 3. October 1910,
» Rudolf Fittig in Strafsburg am 19. November 1910,
» Angelo Mosso in Turin am 24. November 1910;

die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Benedictus Niese in Halle a. S. am 1. Februar 1910,
» Emil Schürer in Göttingen am 30. April 1910,
» Adolf Michaelis in Strafsburg am 12. August 1910,
» William James in Cambridge, Mass. am 27. August 1910.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie am Schlusse des Jahres 1910

nebst den Verzeichnissen der Inhaber der Helmholtz- und der Leibniz-Medaille und der Beamten der Akademie.

I. Beständige Secretare.

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. Ordentliche Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
	Hr. *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6.
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17.
- *Max Planck*		1894 Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Erich Schmidt*	1895 Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18.
Hr. *Emil Warburg*		1895 Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896 Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896 Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896 Dec. 14.
	- *Reinhard Kekule von Stradonitz*	1898 Juni 9.
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2.
- *Wilhelm Branca*		1899 Dec. 18.
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31.
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14.
	- *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9.
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9.
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5.
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5.
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4.
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4.
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16.
	- *Alois Brandl*	1904 April 3.
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29.
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29.
- *Adolf Martens*		1904 Aug. 29.
- *Walther Nernst*		1905 Nov. 24.
- *Max Rubner*		1906 Dec. 2.
- *Johannes Orth*		1906 Dec. 2.
- *Albrecht Penck*		1906 Dec. 2.
	- *Friedrich Müller*	1906 Dec. 24.
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8.
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8.
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3.
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24.
	- *Heinrich Lüders*	1909 Aug. 5.
	- *Heinrich Morf*	1910 Dec. 14.
	- *Heinrich Wölfflin*	1910 Dec. 14.

III. Auswärtige Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung		
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Strafsburg	1900	März	5.
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900	März	5.
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900	März	5.
Hr. *Wilhelm Hittorf* in Münster i. W.		1900	März	5.
- *Eduard Suess* in Wien		1900	März	5.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale		1904	Mai	29.
Hr. *Adolf von Baeyer* in München		1905	Aug.	12.
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908	Sept.	25.
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908	Sept.	25.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex		1910	April	6.

IV. Ehrenmitglieder.

	Datum der Königlichen Bestätigung		
Earl *of Crawford and Balcarres* in Haigh Hall, Wigan	1883	Juli	30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887	Jan.	24.
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900	März	5.
Hr. *Richard Schöne* in Grunewald bei Berlin	1900	März	5.
Frau *Elise Wentzel* geb. *Heckmann* in Berlin	1900	März	5.
Hr. *Konrad von Studt* in Berlin	1900	März	17.
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900	Dec.	12.
Rochus Frhr. *von Liliencron* in Coblenz	1901	Jan.	14.
Bernhard Fürst *von Bülow* in Rom	1910	Jan.	31.

V. Correspondirende Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl
Hr. *Ernst Wilhelm Benecke* in Strafsburg	1900 Febr. 8.
- *Lewis Boss* in Albany, N. Y.	1910 Oct. 27.
- *Oskar Brefeld* in Charlottenburg	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Bruns* in Leipzig	1906 Jan. 11.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11.
- *Karl Chun* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Giacomo Ciamician* in Bologna	1909 Oct. 28.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11.
Sir *George Howard Darwin* in Cambridge	1908 Juni 25.
Hr. *William Morris Davis* in Cambridge, Mass.	1910 Juli 28.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880 März 11.
- *Nils Christofer Duner* in Upsala	1900 Febr. 22.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21.
Roland Baron *Eötvös* in Ofen-Pest	1910 Jan. 6.
Hr. *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22.
Sir *Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889 Febr. 21.
- *David Gill* in London	1890 Juni 5.
Hr. *Paul Gordan* in Erlangen	1900 Febr. 22.
- *Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907 Juni 13.
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8.
- *Gottlieb Haberlandt* in Berlin	1899 Juni 8.
- *Julius Hann* in Wien	1889 Febr. 21.
- *Victor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24.
- *Richard von Hertwig* in München	1898 April 28.
Sir *Victor Horsley* in London	1910 Juli 28.
Hr. *Adolf von Koenen* in Göttingen	1904 Mai 5.
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4.
- *Wilhelm Körner* in Mailand	1909 Jan. 7.
- *Friedrich Küstner* in Bonn	1910 Oct. 27.
- *Albert Ladenburg* in Breslau	1910 Jan. 6.
- *Henri Le Chatelier* in Paris	1905 Dec. 14.
- *Philipp Lenard* in Heidelberg	1909 Jan. 21.
- *Michel Lévy* in Paris	1898 Juli 28.
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22.
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Leiden	1905 Mai 4.
- *Hubert Ludwig* in Bonn	1898 Juli 14.

	Datum der Wahl
Hr. *Felix Marchand* in Leipzig	1910 Juli 28.
- *Friedrich Merkel* in Göttingen	1910 Juli 28.
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22.
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22.
- *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4.
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30.
- *Wilhelm Ostwald* in Grofs-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dec. 19.
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24.
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896 Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13.
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8.
Sir *William Ramsay* in London	1896 Oct. 29.
Hr. *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1.
- *Theodore William Richards* in Cambridge, Mass.	1909 Oct. 28.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24.
- *Oswald Schmiedeberg* in Strafsburg	1910 Juli 28.
- *Gustav Schwalbe* in Strafsburg	1910 Juli 28.
- *Hugo von Seeliger* in München	1906 Jan. 11.
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Strafsburg	1899 Juni 8.
Hr. *Johann Wilhelm Spengel* in Giefsen	1900 Jan. 18.
- *Eduard Strasburger* in Bonn	1889 Dec. 19.
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8.
Sir *Joseph John Thomson* in Cambridge	1910 Juli 28.
Hr. *August Toepler* in Dresden	1879 März 13.
- *Gustav von Tschermak* in Wien	1881 März 3.
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10.
Hr. *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8.
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- *Otto Wallach* in Göttingen	1907 Juni 13.
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- *Heinrich Weber* in Strafsburg	1896 Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. Br.	1897 März 11.
- *Wilhelm Wien* in Würzburg	1910 Juli 14.
- *Julius von Wiesner* in Wien	1899 Juni 8.
- *Ferdinand Zirkel* in Bonn	1887 Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.	Datum der Wahl
Hr. *Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18.
- *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29.
- *Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14.
- *Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24.
- *Émile Boutroux* in Paris	1908 Febr. 27.
- *James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13.
- *Ingram Bywater* in London	1887 Nov. 17.
- *René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3.
- *Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14.
- *Samuel Rolles Driver* in Oxford	1910 Dec. 8.
- *Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20.
- *Benno Erdmann* in Berlin	1903 Jan. 15.
- *Julius Euting* in Strafsburg	1907 Juni 13.
- *Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17.
- *Wilhelm Fröhner* in Paris	1910 Juni 23.
- *Percy Gardner* in Oxford	1908 Oct. 29.
- *Ignaz Goldziher* in Ofen-Pest	1910 Dec. 8.
- *Theodor Gomperz* in Wien	1893 Oct. 19.
- *Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18.
- *Gustav Gröber* in Strafsburg	1900 Jan. 18.
- *Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dec. 15.
- *Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18.
- *Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2.
- *Barclay Vincent Head* in London	1908 Oct. 29.
- *Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12.
- *Karl Theodor von Heigel* in München	1904 Nov. 3.
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2.
- *Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Harald Hjärne* in Upsala	1909 Febr. 25.
- *Maurice Holleaux* in Athen	1909 Febr. 25.
- *Edvard Holm* in Kopenhagen	1904 Nov. 3.
- *Théophile Homolle* in Paris	1887 Nov. 17.
- *Christian Hülsen* in Florenz	1907 Mai 2.
- *Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1.
- *Karl Justi* in Bonn	1893 Nov. 30.
- *Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18.
- *Georg Friedrich Knapp* in Strafsburg	1893 Dec. 14.
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4.
- *Friedrich Leo* in Göttingen	1906 Nov. 1.

	Datum der Wahl
Hr. *August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Émile Levasseur* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904 Nov. 3.
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12.
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904 Juli 21.
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18.
- *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15.
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905 Juli 6.
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905 Febr. 16.
- *Gabriel Monod* in Versailles	1907 Febr. 14.
- *Heinrich Nissen* in Bonn	1900 Jan. 18.
- *Georges Perrot* in Paris	1884 Juli 17.
- *Edmond Pottier* in Paris	1908 Oct. 29.
- *Franz Praetorius* in Breslau	1910 Dec. 8.
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10.
- *Pio Rajna* in Florenz	1909 März 11.
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907 Febr. 14.
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907 Mai 2.
- *Anton E. Schönbach* in Graz	1906 Juli 5.
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18.
- *Eduard Schwartz* in Freiburg i. Br.	1907 Mai 2.
- *Émile Senart* in Paris	1900 Jan. 18.
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18.
- *Henry Sweet* in Oxford	1901 Juni 6.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2.
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15.
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18.
- *Wilhelm Wilmanns* in Bonn	1906 Juli 5.
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4.
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903 Febr. 5.
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18.

Inhaber der Helmholtz-Medaille.

Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904).
- *Emil Fischer* in Berlin (1908).
- *Jakob Heinrich van't Hoff* in Berlin (1910).

Verstorbene Inhaber:

Emil du Bois-Reymond (Berlin, 1892).
Karl Weierstraſs (Berlin, 1892).
Robert Bunsen (Heidelberg, 1892).
Lord *Kelvin* (Netherhall, Largs, 1892).
Rudolf Virchow (Berlin, 1898).
Sir *George Gabriel Stokes* (Cambridge, 1900).
Henri Becquerel (Paris, 1906).

Inhaber der Leibniz-Medaille.

a. Der Medaille in Gold.

Hr. *James Simon* in Berlin (1907).
- *Ernest Solvay* in Brüssel (1909).
- *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909).

Joseph Florimond Duc *de Loubat* in Paris (1910).

b. Der Medaille in Silber.

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907).
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907).
- *Johannes Bolte* in Berlin (1910).
- *Karl Zeumer* in Berlin (1910).
- *Albert von Le Coq* in Berlin (1910).
- *Johannes Ilberg* in Wurzen (1910).
- *Max Wellmann* in Potsdam (1910).
- *Robert Koldewey* in Babylon (1910).
- *Gerhard Hessenberg* in Breslau (1910).

Beamte der Akademie.

Bibliothekar und Archivar der Akademie: Dr. *Köhnke.*
Bibliothekar und Archivar der Deutschen Commission: Dr. *Behrend.*
Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *von Fritze.* — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof. — Dr. *Ritter.*

Gedächtnisrede auf Friedrich Kohlrausch.

Von

H[rn.] H. RUBENS.

Gehalten in der öffentlichen Sitzung am 30. Juni 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 16. Juli 1910.

Friedrich Kohlrausch wurde der deutschen Wissenschaft am 17. Januar d. J. durch den Tod entrissen. Mit ihm ist einer der großen Männer dahingegangen, welchen der mächtige Bau der modernen Physik seine Aufrichtung verdankt. Uns Hinterbliebenen ist es Pflicht und Trost, die großen Verdienste des Verstorbenen zu verstehen und zu würdigen.

Friedrich Kohlrausch hat unserer Akademie 11 Jahre als korrespondierendes Mitglied, 10 Jahre als ordentliches Mitglied und 5 Jahre als Ehrenmitglied angehört. Er entstammt einer alten Gelehrtenfamilie, welche seit mehreren Generationen bedeutende Männer hervorgebracht hat. Sein Großvater Heinrich Friedrich Theodor, geboren 1780 in Landolfshausen bei Göttingen, war ursprünglich Theologe und widmete sich später vorwiegend der Geschichtswissenschaft und Pädagogik. Seine deutsche Geschichte, ein viel gelesenes zweibändiges Werk, hat die stattliche Zahl von 16 Auflagen erreicht. Er starb 1867 in hohem Ansehen, nachdem er lange als Chef des Oberschulkollegiums zu Hannover gewirkt hatte. Sein Sohn Rudolf, geboren 1809 in Göttingen, studierte in seiner Vaterstadt, in welcher damals das Doppelgestirn Gauß und Weber leuchtete, Physik und Mathematik. Er wurde 1833 Lehrer an der Ritterakademie zu Lüneburg und lehrte dann nacheinander an den Gymnasien zu Rinteln, Cassel und Marburg, wo er zugleich als Professor extraordinarius an der Universität Vorlesungen hielt. 1857 folgte er einem Ruf als ordentlicher Professor nach Erlangen; doch ist ihm daselbst nur eine kurze Zeit des Wirkens beschieden gewesen. Schon im darauffolgenden Jahre raffte ein inneres Leiden den im besten Mannesalter stehenden Forscher nach längerem Krankenlager dahin. Rudolf Kohlrausch hat sich durch seine berühmte, in Gemeinschaft mit Wilhelm Weber ausgeführte Messung des Verhältnisses der elektrostatischen und elektromagnetischen Stromeinheit ein bleibendes Denkmal in der Geschichte unserer Wissenschaft errichtet. Seinem Sohne Friedrich aber war es beschieden, den angestammten väterlichen Namen zu noch höherem Ansehen zu bringen.

Geboren am 14. Oktober 1840 zu Rinteln, bestimmten ihn natürliche Veranlagung und das väterliche Beispiel dazu, sich gleichfalls der Physik zu widmen. Er studierte in Erlangen und Göttingen und geriet dort, ebenso wie sein Vater unter den Einfluß der machtvollen Persönlichkeit Wilhelm Webers. 1863 promovierte er mit einer Arbeit über die elastische Nachwirkung und erhielt bereits im folgenden Jahre einen Ruf als Dozent an den Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M., eine bescheidene Stellung, welche ihm aber reichlich Zeit zu eigenen Arbeiten gewährte. Über die äußeren Hilfsmittel, welche ihm das Frankfurter Laboratorium darbot, erfahren wir einiges Charakteristische aus einem Briefe, welchen er 1908 an den Physikalischen Verein gelegentlich der Einweihung des neuen Laboratoriums richtete. Er schreibt:

»Damals, in den Jahren 1864—66, hatte Kollege Boettger[1] eine Höhle neben dem Hörsaal, einer anderen Höhle; und auf der anderen Seite vom Hörsaal bildete eine dritte Höhle die Physikalische Sammlung mit mir. Außer diesem Raum stand mir ein Zimmer im dritten Stock zur Verfügung. Es war also dafür gesorgt, daß der junge Physiker reichlich Bewegung hatte, um gesund zu bleiben, welch letzteres in der Tat erzielt wurde. Und erzogen wurde er zu einfachen Ansprüchen, und zwar solchen, die ihn bis auf die Reinigungsarbeiten, zu denen täglich ein Frankfurter Militärinvalide einmal erschien, ganz auf sich selbst anwiesen, einschließlich teilweise der Ofenheizung. In Summa Zustände, die der jetzigen Generation als unmöglich erscheinen würden.

Die Einfachheit brachte aber auf der anderen Seite den unschätzbaren Vorteil, daß man durch Verwaltung und andere Nebendinge nicht belästigt wurde. Alles in allem, hätte ich heute zwischen einem glänzenden Institut zu wählen und den damaligen Höhlen, ich würde mich vielleicht für die letzteren entscheiden.«

Hier tritt Kohlrauschs einfacher und bescheidener Sinn, welcher eine der wesentlichsten Seiten seines Charakters bildete, in besonders gewinnender Weise hervor.

Im Jahre 1866 folgte Kohlrausch einem Ruf als außerordentlicher Professor nach Göttingen, wo er in Gemeinschaft mit Wilhelm Weber eine intensive Lehr- und Forschertätigkeit ausübte. Seine weitere Lauf-

---

[1] Dozent für Chemie an dem Physikalischen Verein.

bahn führte ihn 1870 als Ordinarius an das Polytechnikum in Zürich, 1871 in gleicher Eigenschaft an die Technische Hochschule in Darmstadt, 1875 endlich als Nachfolger August Kundts an die Universität in Würzburg, an welcher er 13 Jahre hindurch eine glückliche Lehr- und Forschertätigkeit entfaltete. Diese Zeit seiner Würzburger Professur ist in wissenschaftlicher Beziehung die fruchtbarste seines Lebens geworden. Hier hat er seine berühmten Versuche über elektrische Maßbestimmungen und über die Leitfähigkeit der Elektrolyte vollendet; hier ist es ihm zuerst möglich gewesen, in dem neuerbauten physikalischen Institut den systematischen Laboratoriumsunterricht in der von ihm angestrebten Weise durchzuführen. Als August Kundt 1888 nach Berlin berufen wurde, gelang es der Straßburger Fakultät, Kohlrausch zur Annahme der frei gewordenen Professur zu bestimmen, und als sechs Jahre später August Kundt der Wissenschaft durch einen jähen Tod entrissen wurde, erging wiederum an Kohlrausch der Ruf, den verwaisten Lehrstuhl an der Berliner Universität zu besetzen. Die Frage, ob er diesem ehrenvollen Ruf folgen solle, ob es für ihn richtig sei, die größere Ruhe und geistige Konzentration, welche die kleinere Universität bietet, gegen die in mancher Beziehung großartigere Lehrtätigkeit an der Riesenuniversität der Reichshauptstadt zu vertauschen, hat ihn lange und intensiv beschäftigt. Aber kaum war Friedrich Kohlrausch nach reiflicher Überlegung zu einem ablehnenden Bescheid gelangt, als er von neuem vor diese Frage in etwas veränderter Form gestellt wurde. Wenige Monate nach August Kundts Tod verlor die deutsche Wissenschaft auch denjenigen Mann, welcher neben Galilei und Newton als der größte Meister der Physik angesehen werden muß, Hermann von Helmholtz. Es ergab sich die Notwendigkeit, unter den Physikern Deutschlands nach einem geeigneten Präsidenten der physikalisch-technischen Reichsanstalt Umschau zu halten, und hier konnte die Wahl nicht zweifelhaft sein. Gerade auf dem hier in Betracht kommenden Gebiete der exakten Messungen hatte Kohlrausch in Deutschland nicht seinesgleichen. Als Nachfolger von Helmholtz an die Reichsanstalt berufen, hat er sich der Verpflichtung, sein vielseitiges Wissen und die reichen Schätze seiner Erfahrung in den Dienst dieses wohl einzig in der Welt dastehenden Forschungsinstituts zu stellen, nicht entziehen mögen. Zehn Jahre hindurch hat er sich mit der ihm eigenen Pflichttreue dem großen Werke gewidmet, und es darf ihm das hohe Lob gespendet werden, daß

es ihm gelungen ist, die Reichsanstalt während dieser Zeit auf der gleichen Höhe wissenschaftlichen Ansehens und Ruhmes zu halten, welche sie unter seinem großen Vorgänger eingenommen hatte. Leider war jedoch Kohlrauschs zarte Gesundheit der großen Arbeitslast, welche ihm insbesondere der Verwaltungsapparat des weitverzweigten Betriebes aufnötigte, auf die Dauer nicht gewachsen. So kam es, daß er im Jahre 1905 von seinem Amte zurücktrat, um den Rest seines Lebens der Pflege seiner Gesundheit und der geliebten wissenschaftlichen Forschungsarbeit im stillen Laboratorium, fernab von dem Getriebe der Großstadt, zu widmen. Er wählte Marburg als Aufenthaltsort, welches ihm von der Jugendzeit her vertraut war. Dort richtete ihm Professor Richarz in den Räumen des physikalischen Universitätsinstituts ein gutes Privatlaboratorium ein. Von Marburg aus hatte es Kohlrausch auch nicht weit zu dem ihm ans Herz gewachsenen Jugenheim an der Bergstraße, wo er über 40 Jahre lang gegenüber dem Wechsel seiner Aufenthaltsorte gleichsam eine zweite ruhende Heimat gefunden hatte. Sein Gesundheitszustand hatte sich sichtlich gebessert, und das Erscheinen einer Reihe von interessanten Abhandlungen bewies, daß auch seine alte Schaffensfreudigkeit nicht geschwunden war. So traf Friedrich Kohlrauschs plötzlicher Tod, welcher ihn kurz vor der Vollendung seines 70. Lebensjahres dahinraffte, seine Fachgenossen und Freunde völlig überraschend. Zu seinem 70. Geburtstage hatten ihm seine Schüler und Kollegen eine großartige Ehrung vorbereitet. Das unerbittliche Schicksal hat diesen freudigen Ausdruck dankbarer Verehrung für den lebenden Forscher in eine Gedenkfeier für den großen Toten verwandelt.

Kohlrauschs wissenschaftliche Arbeiten ließen von Anfang an die Eigenart seiner Begabung klar und deutlich hervortreten. Zwar verfügte er über ein bedeutendes theoretisches Wissen, welches ihm insbesondere in der Auswahl der Probleme von Nutzen war, aber stets ist sein Ziel in erster Linie auf die Feststellung des Tatbestandes gerichtet gewesen. Überraschend groß ist auch die Zahl neuer experimenteller Methoden und sinnreich konstruierter Meßinstrumente, mit welchen er die Physik bereichert hat. Die Geschicklichkeit und Sorgfalt, mit welcher Kohlrausch diese Instrumente und Methoden selbst anzuwenden verstand, ist wohl von keinem Physiker übertroffen worden. Mit berechtigtem Stolze dürfen wir auf diesem Gebiete unseren Friedrich Kohlrausch mit dem großen französischen

Meister der physikalischen Meßkunde Henri Victor Régnault auf eine Stufe stellen.

Unter Friedrich Kohlrauschs metrologischen Arbeiten sind in erster Linie seine Ohmbestimmung und die in Gemeinschaft mit seinem Bruder Wilhelm 1885 ausgeführte Messung des elektrochemischen Äquivalents des Silbers zu nennen. Die große Bedeutung dieser beiden klassischen Untersuchungen liegt nicht nur in der bewundernswerten Genauigkeit des gewonnenen Zahlenergebnisses, welche durch neuere Arbeiten nicht übertroffen worden ist; ein fast ebenso großer Nutzen ist in der für die gesamte Physik äußerst wichtigen Durchbildung der erdmagnetischen Meßmethoden und in der Konstruktion bequemer und genauer magnetischer Meßinstrumente zu erblicken, welche in jenen Arbeiten zur Anwendung gelangten. Auch verdanken wir ihnen dasjenige Verfahren zur Vergleichung kleiner Widerstände, welches bis auf den heutigen Tag als das beste gilt, die Methode des übergreifenden Nebenschlusses.

Aus der Fülle seiner übrigen Arbeiten sollen an dieser Stelle nur wenige hervorgehoben werden, welche einen besonders großen Einfluß auf die Entwicklung unserer Wissenschaft ausgeübt haben.

Wertvollen Einblick in ein bis dahin wenig aufgeklärtes Gebiet gewährte Kohlrauschs Untersuchung über Thermoelektrizität, Wärme- und Elektrizitätsleitung. Angeregt durch einen zuerst von seinem Freunde L. Hermann in Zürich ausgesprochenen Gedanken, hat Kohlrausch den erfolgreichen Versuch unternommen, die elektromotorische Kraft der Thermoelemente nicht, wie bis dahin üblich, durch einen in der Kontaktfläche der aneinander grenzenden Metalle sich abspielenden Vorgang darzustellen, sondern die beobachteten Erscheinungen auf Grund der Annahme zu beschreiben, daß mit jedem Wärmestrom in bestimmtem, von der Natur des Leiters abhängigen Maße ein elektrischer Strom verbunden sei. Er ergänzte diese Hypothese durch die weitere Annahme, daß durch einen elektrischen Strom auch die Wärme in bestimmter Weise mitbewegt würde. Es findet dann nicht nur das Auftreten des bekannten Peltierschen Phänomens seine Erklärung, sondern die Kohlrauschsche Strömungstheorie ist auch imstande, über den sogenannten Thomsoneffekt Aufschluß zu geben, was die Kohlrauschsche Erklärungsweise der Thermoelektrizität durch eine auf die ältere Theorie nicht zu leisten vermochte. Erst in neuester Zeit ist der modernen Elektronentheorie fußende Anschauung abgelöst worden, welche

wir in erster Linie Paul Drude verdanken. Aber auch die Drudesche Theorie erklärt die Thermokräfte und den Peltiereffekt nicht durch Vorgänge in der Grenzfläche, sondern durch Bewegung der Elektronen in den Leitern selbst. Sie schließt sich in diesem Punkte der Anschauung Kohlrauschs an und darf in diesem Sinne als eine Weiterentwicklung derselben angesehen werden.

Aber auf keinem Gebiete ist der Name Friedrich Kohlrauschs so innig mit der Geschichte unserer Wissenschaft verknüpft wie in der Lehre von der elektrolytischen Leitung. Die Verdienste, welche er sich um diesen Zweig der physikalischen Forschung erworben hat, sind allein ausreichend, um ihm einen Ehrenplatz in der Reihe der ersten Experimentatoren aller Zeiten zu sichern. Es ist erforderlich, hier auf diese Untersuchungen etwas näher einzugehen.

Während man über den Widerstand metallischer Leiter seit Ohms epochemachender Entdeckung in weitgehendem Maße unterrichtet war, lagen auf dem Gebiete der elektrolytischen Leitung, als sich Kohlrausch diesem Gegenstande zuerst widmete, außer einigen spärlichen Zahlen von Beetz und Paalzow keine Angaben vor. Durch Verwendung von Wechselstrom an Stelle des bis dahin ausschließlich angewendeten Gleichstroms gelang es Kohlrausch mit einem Schlage, die größte Schwierigkeit, welche erfolgreichen Messungen auf diesem Gebiet entgegengestanden hatte, nämlich die Einwirkung der Polarisation, vollkommen zu beseitigen und damit ein großes neues Gebiet der Forschung zu erschließen. Er begann diese berühmte Reihe von Experimentaluntersuchungen mit einer sorgfältigen Prüfung des Ohmschen Gesetzes für Leiter zweiter Klasse. Es gelang ihm im Jahre 1869 in Gemeinschaft mit W. A. Nippoldt den Nachweis zu führen, daß bis herab zu elektromotorischen Kräften von $^1/_{429000}$ Grove das Ohmsche Gesetz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler für Elektrolyte Geltung besitzt. Als Beispiel für die Anwendung seiner neuen Methode, bei welcher ein Sinusinduktor als Stromquelle, ein Webersches Elektrodynamometer als Meßinstrument verwendet wurde, bestimmte er das Leitvermögen der Schwefelsäure bei verschiedener Konzentration. Im Jahre 1875 war Kohlrauschs Wechselstrommethode zur Bestimmung des elektrolytischen Leitvermögens schon so weit verbessert, daß nach des Autors eigenen Worten »von den drei Größen, deren Messung gefordert wird, nämlich Prozentgehalt, Temperatur und elektrolytischer Widerstand,

der letztgenannte bei gleichem Aufwand von Sorgfalt die geringsten Fehlerquellen enthält«. Es wurden 35 Salzlösungen bei drei verschiedenen Temperaturen untersucht. 1876 kam eine große Zahl von Säuren hinzu, 1879 weitere 158 Lösungen von 40 verschiedenen Körpern. Auch wurden in demselben Jahre drei wichtige experimentelle Verbesserungen eingeführt: die Vergrößerung der Elektrodenflächen durch Überziehen mit Platinschwarz, die Verwendung des Induktoriums mit Neefschem Hammer an Stelle des Sinusinduktors und der Ersatz des Elektrodynamometers durch das Bellsche Telephon. Das nunmehr vorliegende gewaltige Beobachtungsmaterial gestattete schon eine ziemlich gute Übersicht und ließ ein Gesetz von fundamentaler Wichtigkeit erkennen, welches aussagt, daß innerhalb einer stark verdünnten Lösung einer jeden Ionengattung ein ganz bestimmter Widerstand zukommt, dessen Größe von der Zusammensetzung des Moleküls unabhängig ist, aus welchem sich das Ion durch Dissoziation gebildet hat. Ist der Widerstand einer jeden Ionenart ein für allemal bestimmt, so läßt sich daraus das Leitvermögen verdünnter Lösungen berechnen. Dieses Gesetz von der unabhängigen Wanderung der Ionen bildet heute die Grundlage unserer Anschauung auf dem Gebiet der elektrolytischen Leitung und ist deshalb auch für die physikalische Chemie von großer Bedeutung.

Unter Kohlrauschs elektrolytischen Arbeiten beansprucht die in Gemeinschaft mit Hrn. Heydweiller angestellte Untersuchung der Leitfähigkeit des reinen Wassers besonderes Interesse. Durch Eindestillieren des Wassers in Glasgefäße unter Luftabschluß, welche durch lange Berührung mit Wasser fast alle löslichen Bestandteile der Wände abgegeben hatten, war es den Verfassern möglich, ein Wasser von nie dagewesener Reinheit, entsprechend geringem Leitvermögen und hohem Temperaturkoeffizienten zu erzielen. Es ergab sich, daß dieses Wasser etwa 200mal schlechter leitete, als das unter gewöhnlichen Bedingungen an der Luft destillierte, und es ließ sich theoretisch berechnen, daß es sich in seinem Leitvermögen von dem absolut reinen Wasser nur noch um etwa 10 Prozent unterschied.

Kohlrausch hat in einem besonderen Werk, welches er 1898 zusammen mit Hrn. Holborn veröffentlichte, die experimentellen Methoden zur Bestimmung des Leitvermögens von Elektrolyten, das gesamte auf die moderne Widerstandseinheit umgerechnete Beobachtungsmaterial und die theoretischen Folgerungen, welche sich aus den Versuchsergebnissen ziehen lassen, in übersichtlicher Weise zusammengestellt. Die imponierende Größe des

von Kohlrausch geschaffenen Werks tritt uns in diesem Buche besonders klar vor Augen.

Der Einfluß, welchen Kohlrausch auf unsere Wissenschaft ausgeübt hat, ist jedoch keineswegs auf seine Forschertätigkeit beschränkt geblieben. Als Lehrer gehört er zu den großen Reformatoren, denen wir die Durchbildung des modernen physikalischen Laboratoriumsunterrichts verdanken. Hierzu haben nicht nur die von ihm selbst abgehaltenen Vorlesungen und Übungen, sondern in erster Linie sein klassisches Lehrbuch der praktischen Physik beigetragen.

Als Kohlrausch in Göttingen die ersten praktischen Übungen abhielt, waren die Anfänge eines systematischen physikalischen Laboratoriumsunterrichts wohl nur bei Magnus in Berlin und bei Neumann in Königsberg vorhanden. Erwiesen sich schon die Apparatensammlungen der meisten physikalischen Kabinette für die Zwecke physikalischer Übungen als unzureichend, so war dies doch in noch viel höherem Grade von den vorhandenen Lehrbüchern zu behaupten. Bei der Lösung der meisten Aufgaben war der Praktikant genötigt, sich die erforderlichen praktischen Anweisungen aus den Originalabhandlungen zusammenzusuchen. Diese Schwierigkeit hatte Kohlrausch dazu veranlaßt, eine kleine Aufgabensammlung mit kurzen theoretischen und praktischen Erörterungen für den speziellen Gebrauch der unter seiner Leitung arbeitenden Praktikanten zusammenzustellen. Erst viel später entschloß er sich dazu, auf den Rat seines Lehrers Wilhelm Weber, dieses Werk unter dem Titel eines Leitfadens der praktischen Physik der Öffentlichkeit zu übergeben. Seit dieser Zeit ist mehr als ein Menschenalter vergangen. In elf Auflagen hat dieses in seiner Art einzig dastehende Werk auf die Entwicklung der Physik hervorragenden Einfluß ausgeübt. Daß es dabei im Laufe der Zeit, den Fortschritten der Wissenschaft folgend, an Inhalt und auch an Umfang zunehmen mußte, war unvermeidlich. Aus dem »Leitfaden« ist ein stattliches »Lehrbuch« geworden. Aber Kohlrausch hat es meisterhaft verstanden, trotz des bedeutend erweiterten Inhalts den Umfang des Lehrbuchs in mäßigen Grenzen zu halten.

Einen wie großen Teil seiner Lebensarbeit Kohlrausch auf die wissenschaftliche Durcharbeitung seines Lehrbuchs verwendet hat, geht am besten aus seinen eigenen Worten hervor, mit welchen er die Vorrede zu der letzten, in diesem Jahre erschienenen Auflage beginnt. Diese Worte lauten:

»Jeder muß schließlich mit dem Geschick rechnen, daß seine Kräfte eine bisher gewohnte Arbeit nicht mehr leisten, und es wird kaum eine falsche Prognose sein, wenn ich, ungeachtet der vielseitigen und hingebenden Unterstützung, bei einer etwaigen künftigen Auflage jenen Zeitpunkt für den Verfasser als eingetreten erachte. Es empfiehlt sich deswegen, zur Sicherheit Abschied zu nehmen von dieser Arbeit, die sich zudem in 40 Jahren, getrieben durch die Entwickelung des Unterrichts und der Forschung so erweitert und zu einem so starken Bruchteil der Lebenstätigkeit ausgewachsen hat, daß der Verfasser zweifelt, ob er sie mit dieser Aussicht unternommen haben würde.«

Es klingt in diesen Worten wie Todesahnung. Kurze Zeit nach ihrer Niederschrift hat uns der Tod des großen Mannes beraubt, welcher bis dahin der Stolz unserer Wissenschaft und eine Zierde unserer Akademie gewesen war.

Seine wissenschaftlichen Werke sichern ihm Unsterblichkeit. Solange es Menschen geben wird, welchen Freude am Erkennen eigen ist, welche Verständnis für die großen Ziele unserer Wissenschaft besitzen und Hochachtung empfinden vor der ehrlichen Gelehrtenarbeit im großen wie im kleinen, wird Friedrich Kohlrauschs Name unvergessen sein. Uns aber, die wir des Glückes teilhaftig geworden sind, ihm als Freunde, Kollegen und Schüler näherzutreten, uns wird sein gütiges Herz, sein einfaches und vornehmes Wesen, seine edle Persönlichkeit einen nicht weniger tiefen und bleibenden Eindruck hinterlassen.

Gedächtnisrede auf Hans Heinrich Landolt.

Von

H[rn.] J. H. VAN'T HOFF.

Gehalten in der öffentlichen Sitzung am 30. Juni 1910.
Zum Druck eingereicht am 24. November, ausgegeben am 16. Januar 1911.

Zürich (1831—1853).

Am 15. März schied Hans Heinrich Landolt, der Älteste unserer chemischen wissenschaftlichen Generation, der Altmeister der physikalischen Chemie, von uns. Er war am 5. Dezember 1831 in Zürich geboren und hat also das hohe Alter von 78 Jahren erreicht, doch wurde ihm das Glück zuteil, sich nicht überlebt zu haben. Nicht müde und vergessen von seinen Zeitgenossen hat er sich nach ewiger Ruhe gesehnt; nein, fröhlich und arbeitsfroh, rastlos bis zum letzten Tage, wurde er von dem Friedebringer überrascht, der ihm sanft und mild die Feder aus der Hand nahm, nachdem das große Werk soeben vollendet war. Tätig und lebendig wirkend bis zuletzt, so wird Landolt im Gedächtnis der wissenschaftlichen Gefährten, im Herzen der Freunde und Verwandten fortleben.

»Landolt war ein Sproß derselben alten und angesehenen Züricher Patrizierfamilie, der auch jener Salomon Landolt, 'der Landvogt von Greifensee', angehörte, den Gottfried Keller in seinen 'Züricher Novellen' so köstlich geschildert hat. In seiner ganzen Persönlichkeit war diese Abstammung unverkennbar ausgeprägt: schlicht und aufrecht, einfach und doch vornehm vom Scheitel bis zur Sohle, frei in Denken, Fühlen und Handeln, ohne irgendwelchen religiösen oder politischen Aberglauben, war Landolt das Urbild des tüchtigen, freien Schweizer Bürgers.« Diese trefflichen Worte des langjährigen Mitarbeiters von Landolt, Prof. Brühl, mögen das Bild des allverehrten und geliebten Kollegen einleitend zur Lebensskizze bei diesem feierlichen Anlaß noch einmal bringen.

Landolts in Zürich verlebte Jugend war eine überaus schöne und sorglose. Er war von früh auf fleißig und zeigte alsbald seine wissenschaftliche Neigung, indem er auf dem Gute seiner Großeltern sich leidenschaftlich, auf Kosten von Vorhängen und Decken, mit chemischen Versuchen und Feuerwerken beschäftigte; die Flamme und das Licht sollten bekanntlich nachher öfters seine größeren Arbeiten heherrschen.

Mit neunzehn Jahren bezog Landolt die Universität in seiner Vaterstadt zum Studium der Chemie und Physik, erstere unter Löwig; und in demselben Jahre erschien noch seine Erstlingsarbeit über »Stibmethyl« in den »Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich«. Bei Löwig alsbald Assistent geworden, folgte er demselben dann 1853 nach Breslau, um damit ständig die Schweiz zu verlassen. Hierzu möge beigetragen haben, daß Landolt früh elternlos geworden war: aber er hielt die Bande mit seiner Vaterstadt durch alljährlichen Besuch und Pflege der vielen persönlichen Beziehungen aufrecht.

Breslau, Berlin und Heidelberg (1853—1856).

Eingeleitet durch die Übersiedlung nach Breslau, folgen nun Landolts Wanderjahre, die ihn über Berlin und Heidelberg für kurze Zeit wieder nach Breslau zurückführten.

Zunächst erhielt er noch 1853 in Breslau unter seinem damaligen Chef Löwig auf Grund einer Inauguraldissertation »Über die Arsenäthyle« den philosophischen Doktorgrad. Diese sich der Erstlingsarbeit anschließende Leistung wurde bekanntlich für die Valenzlehre von großer Bedeutung. Dann wurde die Reise nach Berlin angetreten, besonders veranlaßt durch die dortige Anwesenheit von Mitscherlich, Rose, Johannes Müller und Dubois, deren Vorlesungen er hörte. Nur die Gelegenheit zu experimentellen Arbeiten in einem chemischen Laboratorium war hier damals kaum vorhanden; und so wurde alsbald Berlin mit Heidelberg vertauscht, wo eben Bunsen in einem neuen Institut zu wirken angefangen hatte, dessen Persönlickeit Landolt wohl schon in Breslau gefesselt hatte.

Die Heidelberger Zeit, besonders Bunsens Einfluß, ist wohl für Landolts Ausbildung maßgebend gewesen, und gern und oft verweilte er noch in den späteren Jahren bei derselben und bei Bunsens Eigenart, die der seinigen wohl in vieler Hinsicht nahe stand. Aber auch der sonstige Verkehr bot überaus viel, wie es mir von noch überlebenden Freunden, Quincke und Roscoe, mitgeteilt wird:

»Mit von Pebal hatte er zusammen in der Meierei neben dem alten chemischen Laboratorium in der Hauptstraße seine Wohnung. Am gemeinsamen Mittagstisch im Bayrischen Hof beteiligten sich alsdann unter andern noch Lothar Meyer, August Kekulé, Beilstein, Dr. Bahr (später

Adjunkt in Upsala), Frapolli (später in Mailand), Pavesi (später in Pavia), Goupillat (später in Sèvres) und auch der hiesige Adolf Wagner. Im kleinen Gaszimmer mit zwei Arbeitsplätzen im neuen Institut arbeiteten damals Landolt und Quincke zusammen.

Nach vorübergehender Beschäftigung mit der elektrolytischen Darstellung von Kalzium und Lithium untersuchte dann Landolt die Gase der Lampe, welche im Winter 1854/1855 von Bunsen konstruiert worden war. Das gemeinsame Arbeiten mit Quincke, wozu sich Sonnabends und Sonntags Ausflüge in die Umgebung gesellten, verband alsbald beide durch eine Freundschaft, die nur der Tod löste.

1856 erfolgte dann die Rückreise nach Breslau, wo auch Lothar Meyer und Beilstein alsbald eintrafen, und in demselben Jahre erwarb Landolt die Venia legendi in Chemie durch seine Habilitationsschrift über »Chemische Vorgänge in der Flamme der Leuchtgase«.

Bonn (1857—1869).

Schon im Jahre 1857 wurde der erst 26jährige Forscher von Breslau weg, als jüngster Extraordinarius Preußens, an die Universität Bonn berufen. Die Chemie war damals dort durch Bischof, ordentlichen Professor der Chemie und Technologie, und durch Baumert, die pharmazeutische Chemie durch Bergemann vertreten, zu denen Landolt bald in freundschaftliche Beziehungen trat. Dem Bonner Freundeskreis gehörten weiter an: Usener, Schönfeld, Pflüger und dann Landolts zeitweiliger Assistent Bettendorf sowie der bis zuletzt mit Landolt befreundete Schüler und Mitarbeiter Horstmann und viele andere. In der neuen Stellung begann Landolt seine großen grundlegend gewordenen Untersuchungen über den »Einfluß der atomistischen Zusammensetzung kohlenstoff-, wasserstoff- und sauerstoffhaltiger flüssiger Verbindungen auf die Fortpflanzung des Lichtes«; dieselben wurden 1862—1864 in Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie veröffentlicht und waren wohl mit angeregt von einem der vielen Bonner Freunde Landolts, Pflüger, und dem trefflichen Mathematiker und theoretischen Physiker Beer, dem Verfasser eines originellen Buches über höhere Optik. Diese Untersuchungen schlossen sich an ältere (1858) der Engländer Dale und Gladstone an, verfochten aber besonders die neuen Gesichtspunkte, welche die eben in Entwicklung gekommene Konstitutionslehre eröffnete; sie erlaubten dann

auch schließlich, das Lichtbrechungsvermögen der chemischen Moleküle aus demjenigen der elementaren Atome zu bestimmen, unter Mitberücksichtigung ihrer Bindungsweise. Landolt hat noch in späteren Jahren an diese schönen Jugendarbeiten angeknüpft. Nachdem nämlich durch die epochemachenden Untersuchungen von Hertz (1887—1888) die Wesensgleichheit von optischer und elektrischer Fortpflanzung nachgewiesen, und gezeigt worden war, daß Lichtwellen und elektrische Wellen sich lediglich durch allerdings ungeheure Größendifferenzen voneinander unterscheiden, nahm Landolt (1892) in Gemeinschaft mit Jahn jene alten Untersuchungen wieder auf, indem er aber nun die molekuläre Refraktion organischer Körper für Strahlen von sehr großer Wellenlänge, d. h. für elektrische Strahlen, der Messung unterzog. Im großen und ganzen ergaben sich für die elektrischen Wellen ähnliche Beziehungen wie für die Wellen des Lichts, jedoch mit verschiedenen merkwürdigen noch nicht genügend aufgeklärten Abweichungen.

In Bonn hatte Landolt schon frühzeitig (1859) sein sehr glückliches Familienleben begründet durch die Heirat mit Milla, geb. Schallenberg, einer liebenswürdigen und fröhlichen, einst wunderschönen und echt rheinischen Frauengestalt, der Tochter einer in Bonn ansässig gewordenen, ebenfalls der Schweiz entstammenden Familie.

Nach Bischofs Rücktritt wurde August Wilhelm Hofmann aus London nach Bonn berufen, auf dessen Andrängen in Bonn das damals umfangreichste chemische Institut der Welt entstand. Allein noch ehe der Bau vollendet war, folgte Hofmann einem Rufe nach Berlin, und an seine Stelle kam von Gent August Kekulé. Ihm und dem zum ordentlichen Professor beförderten Landolt, der inzwischen auch seine bekannten Arbeiten über die »Dampfspannung homologer Verbindungen« ausgeführt hatte, wurde 1867 die Direktion des neuen Instituts übertragen. In voller Eintracht wirkten die beiden so verschiedenartig veranlagten Gelehrten bei der Einrichtung ihres Laboratoriums zusammen. Doch schon im Jahre 1869 nahm Landolt einen Ruf an die neugegründete technische Hochschule in Aachen an, wo dann nach seinen Plänen ein stattliches chemisches Institut entstand.

Die Bonner Zeit blieb aber wohl in Landolts Erinnerung seine schönste Lebensepisode, und noch in den letzten Jahren dachte er sehr ernst daran, sich dort dauernd niederzulassen. Dazu ist es allerdings nicht gekommen, aber seine letzte Ruhestätte hat er sich dort gewählt.

Aachen (1867—1880).

In Aachen war zunächst Landolts Aufgabe der Bau des neuen Instituts. Unterstützt von seinem Assistenten, dem damaligen Privatdozenten Brühl, wurde bei diesem Bau das Allerbeste erstrebt, vielleicht mit einer kleinen Übertreibung, da dem Neubau für den vorübergehenden Besucher eine gewisse Komplikation nicht abzusprechen war. Von meiner persönlichen Besichtigung mit Rücksicht auf eigenen Neubau erinnere ich mich z. B., daß der Heizer von den unteren Räumen aus Gelegenheit hatte, durch eine Serie Thermometer, welche heruntergezogen werden konnten, die Temperatur in den oberen Räumen zu kontrollieren; derselbe gestand mir aber, diese Einrichtung nie zu gebrauchen und mehr nach dem Gefühl zu arbeiten. Anderseits aber wurde Grundlegendes erzielt, und die Anwendung des Projektionsapparats mit elektrischer Beleuchtung zu Vorlesungszwecken ist wohl wesentlich durch Landolt zum unentbehrlichen Demonstrationsmittel im Hörsaal geworden.

Die Untersuchungen bewegen sich auf dem Gebiet, das die damalige physikalische Chemie charakterisierte: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung. Nur wurde, wohl der mehr praktischen Seite einer technischen Hochschule entsprechend, diesmal das polarisierte Licht, das ja für die Zuckerindustrie unter anderm von größter Bedeutung ist, ins Auge gefaßt. Der Erfolg war ein durchschlagender. Die ausgezeichneten Arbeiten (»Über das Vermögen organischer Körper, das polarisierte Licht zu drehen«) brachten diese Disziplin zu einer wahren Vollendung; Landolt hat durch seine klassischen experimentellen Arbeiten auf diesem Gebiet, durch Verbesserung und Neukonstruktion der Polarisationsinstrumente, sowie durch sein mustergültiges Buch über »das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen« (1879) seinen Namen in Wissenschaft und Technik weltbekannt gemacht; die zweite, 1898 von ihm besorgte Auflage dieses Werkes ist noch heute unbestritten das klassische, den ganzen Stoff mit seltener Zuverlässigkeit behandelnde Kompendium der Polarimetrie. Von den wissenschaftlichen Resultaten sei hervorgehoben das Gesetz, das wohl bleibend mit Landolts Namen verknüpft sein wird und nach welchem die Drehung von Salzen aktiver Säuren und Basen in wässeriger Lösung für einen gegebenen aktiven Bestandteil unabhängig von der Salzart ist. Aber

auch die Stereochemie verdankt Landolt in den ersten Jahren des etwas erschwerten Emporkommens eine kräftige Stütze, als er seine, auf dem Gebiet der aktiven Körper unbestrittene Autorität zugunsten der neuen Lehre geltend machte.

Daß er aber, der Mann der voraussetzungslosen Wissenschaft, infolge gerade dieser seiner Leistungen, auch bei der Staatsverwaltung, in der Industrie und sogar bei den Landwirten Beachtung fand, rührt daher, daß der Polarisationsapparat, und das mit ihm gemessene optische Drehungsvermögen, als analytisches und zentralisierendes Hilfsmittel eine sehr wichtige Rolle spielt in der Fabrikation des Zuckers, der Alkaloide, der Terpene, Kampfer und Riechstoffe. Und wo sich die Industrie zu entwickeln beginnt, da ist bekanntlich auch der Steuer- und Zollbeamte gleich bei der Hand. So kam es denn, daß Landolt auch bei den Zöllnern und sogar bei den Agrariern bekannt wurde, mit denen ihn sonst keine sehr nahen Beziehungen verbanden. Damit hängt auch wohl zusammen, daß Landolt im Jahre 1880 vom preußischen Ministerium für Landwirtschaft an die neugegründete Berliner Landwirtschaftliche Hochschule berufen wurde.

Berlin (1880—1910).

Die an der Landwirtschaftlichen Hochschule verlebte Zeit (1880 bis 1891) brachte, neben einem nochmaligen Neu- und Umbau, 1883 die durch Sorgfalt und Zuverlässigkeit ausgezeichneten »Physikalisch-chemischen Tabellen«, in Gemeinschaft mit Prof. Börnstein bearbeitet. Die dritte Auflage (1905), für die auch Prof. Meyerhoffer als Mitherausgeber auftrat und deren Erscheinen durch eine tatkräftige Unterstützung der Berliner Akademie der Wissenschaften gefördert wurde, hat einen derartig unentbehrlichen Charakter, daß nunmehr durch internationale Vereinbarung, von den französischen Physiko-Chemikern angeregt, ein regelmäßiges Erscheinen derartiger Tabellen in Aussicht genommen ist, welche hoffentlich die so wertvolle Knappheit der Landoltschen Bearbeitung beibehalten werden. Der Umfang einer derartigen Zusammenstellung verlangt tatsächlich das Zusammenwirken vieler Kräfte, da schon die letzte Auflage der Tabellen neben den 3 Herausgebern nicht weniger als 45 Mitarbeiter in Anspruch nahm.

Inzwischen (1882) war auch Landolt als Mitglied in unsre Akademie aufgenommen. Seine kurze, aber inhaltsreiche Antrittsrede beantwortete du Bois-Reymond, und ein Passus dieser Antwort möge hier angeführt werden: »Die Fülle ausgezeichneter Gelehrten, womit die Schweiz heute Deutschland beschenkt, ist kulturhistorisch sehr merkwürdig. Wiederholt waren Schweizer ordentliche Mitglieder der Berliner Akademie, wie die Mathematiker und Astronomen Euler, der dritte Johann Bernouilli, Steiner und jener Sulzer, der lange vor Galvani hier den ersten galvanischen Versuch beschrieb.«

In dieser Zeit entstanden auch die ganz merkwürdigen Untersuchungen (in den Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1885/86 veröffentlicht) »Über die Zeitdauer der Reaktion zwischen Jodsäure und schwefliger Säure«. Diese Reaktion, bis zum heutigen Tage der sehr verlockenden Rechnung unzugänglich geblieben, gehört zu denjenigen, deren zeitlicher Verlauf sich am schärfsten experimentell fassen läßt, und die frappante, nach genau bestimmbarer Zeit plötzlich erfolgende Tiefblaufärbung fesselt sogar das große Publikum, wovon ich mich in der Gewerbeausstellung 1896 in Treptow bei einem Vortrag von Viktor Meyer überzeugen konnte.

1891 wurde dann Landolt als Nachfolger von Karl Rammelsberg Direktor des zweiten chemischen Instituts an der Universität Berlin, welche Stelle er bis zu seinem Rücktritt (1905), unter Verleihung der großen goldenen Medaille für Wissenschaft und Kunst, innehatte. Die in diese Zeit fallenden Versuche haben vorwiegend den Charakter von unendlichen Geduldsarbeiten und zielen weniger auf neue Gesichtspunkte und Wege hinaus als noch die letzterwähnte Arbeit.

Eine Reihe von allersorgfältigsten Schmelzpunktbestimmungen unter möglichster Reindarstellung von großen Substanzmengen leitete dieselbe ein und hing wohl zusammen mit der Bedeutung, welche die Schmelzpunktbestimmung allmählich für die Feststellung des Molekulargewichts gewonnen hatte. Dann folgte eine Versuchsreihe über die Frage, ob man kristallinischen Körpern durch äußerste Verreibung das Kristallgefüge nehmen kann. Eine äußerst glückliche Idee, die Verfolgung der mit diesem Gefüge zusammenhängenden optischen Aktivität beim chlorsauren Natron, erlaubte, diese Frage scharf zu beantworten, was im verneinenden Sinn ausfiel und besagt, daß die damalige Verreibungsgrenze noch nicht entfernt an die Abtrennung von Molekül und Molekül heranreichte.

Die dritte, letzte und vielleicht am meisten Bewunderung abzwingende Versuchsreihe betraf dann die etwaige Gewichtsveränderung bei chemischen Vorgängen. Schon wiederholt angefaßt, von Lavoisier im Anfang des 19. Jahrhunderts und Staß zur Hälfte desselben, wurde das Problem zu Ende desselben Jahrhunderts nochmals mit den besten Hilfsmitteln und mehr als 10jähriger Ausdauer verfolgt. Sehr glücklich fiel diese Neuprüfung, welche bekanntlich mit negativem Resultat verlief, in die Zeit, wo die ganz unerwarteten Erscheinungen des Radiums die besterprobten Experimentalgesetze zu erschüttern schienen, merkwürdigerweise zu einer gewissen Genugtuung von ganz nahe Stehenden.

Um von dem Opfer, das bei diesen Versuchen von Landolt verlangt wurde, einen Eindruck zu bekommen, genügt es nicht, an die lange Dauer und die Genauigkeit, die von Fischer gelegentlich einmal dahin charakterisiert wurde, daß die Astronomie hier die Chemie ersetzt habe, hinzuweisen; man muß vielmehr bedenken, daß die Langeweile dasjenige ist, was der Durchschnittsmensch am schlechtesten verträgt, wie es der Franzose ausdrückt: »tous les genres sont bons, sauf le genre ennuyeux«, und gerade die Fähigkeit, von diesem Genre eine große Dose verdauen zu können, ohne an Aufmerksamkeit zu verlieren, war für Landolt die größte Notwendigkeit. Merkwürdig stimmte das zu seinem Charakter. Wiederholt läßt sich eben beobachten, von Regnault bis zu Beilstein, daß eine solche Begabung nur bei einer unverwüstlichen Selbstvergnügtheit besteht, welche die ganze Persönlichkeit von Landolt charakterisierte. Dann kam neben der Geduldfrage noch allerhand, das viele schon allein vollständig abschrecken würde; das Zentrum Berlins, wo Landolts Institut lag, ruht nämlich nur, wie es für die allerfeinsten Wägungen nötig ist, zweimal in 24 Stunden genügend aus. Das eine Mal am Tage, zur Zeit des Mittagstisches, das andere Mal früh morgens oder nach Mitternacht. Gerade zu dieser Zeit eine zweistündige Wägung durchzuführen, ist nicht jedermanns Sache. Als dann wiederum die Wage der Reparatur bedarf, und nur eine geeignete Persönlichkeit in Berlin dieser Aufgabe gewachsen war, schraubte diese Persönlichkeit die sehr komplizierte Wage auseinander und — starb. Doch genug von diesen kleinen Leiden. Landolt blieb unerschütterlich bei seinem guten Humor und hat der Nachwelt eine Arbeit geschenkt, die auf lange Zeiten hinaus monumental sein wird. Nicht unwesentlich war für deren Abschluß, daß die letzten Versuche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

(deren Kuratorium er angehörte) nach Landolts Rücktritt vom Institut durchgeführt werden konnten. Schon war auch zu gemeinschaftlicher Ausführung mit Quincke hier eine größere Neuarbeit geplant, aber zur Inangriffnahme kam es nicht. Die kleineren Arbeiten, die noch mit den Wägeversuchen zusammenhingen und die die Angaben von Zingelis widerlegten, daß Glas für Jod und dergleichen durchlässig sei, bildeten den Abschluß der Landoltschen wissenschaftlichen Lebensaufgabe, und sein letzter Bericht darüber wurde in der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften vor gar nicht langer Zeit verlesen, während er für Mai des nächsten Jahres einen zusammenfassenden Bericht über die Gewichtsbestimmung beabsichtigt hatte.

Landolts Persönlichkeit war eine ganz eigenartige, vorwiegend beherrscht durch einen nie versagenden, feinen, anspruchslosen Humor. Derselbe, welcher bei anderen öfters erst das Resultat einer langen Lebenserfahrung ist, war bei Landolt wohl angeborenes Talent, denn Roscoe beschrieb ihn schon aus der Heidelberger Zeit (1865) als »full of dry humour, aber etwas schweigsam«; auch seine damit zusammenhängende humoristisch angehauchte Gleichmäßigkeit, wenn es wissenschaftliche Fragen galt, rühmt schon Roscoe aus dieser Zeit. Dieser Humor hatte immer einen tieferen Grund, konnte persönlich sein, war aber nie verletzend, sogar besann sich Landolt nicht, zugunsten eines Scherzes ins eigene Fleisch zu schneiden, allerdings mit der Vorsicht, welche man ebenfalls als eine Landoltsche Eigenschaft bezeichnen kann; gelegentlich entfiel ihm z. B. die bekannte Auslassung über die doch von ihm vorwiegend gepflegte physikalische Chemie. Die dabei geübte Vorsicht besteht darin, daß Landolt gerade derjenige Physiko-Chemiker war, dem die gerügten Fehler am fernsten lagen, denn in der Ausarbeitung der Methode war er nach seiner eigenen Definition Physiker, und Chemiker in der Reindarstellung der Substanz; die Spitze, die nie fehlte, war offenbar gegen die neuere physikalische Chemie gerichtet, wo das Vorwiegen der Berechnung öfters den experimentellen Teil zu vernachlässigen droht.

Dieser feine Lebenshumor spielte sich aber noch in einer ganz anderen Seite der Landoltschen Lebensgeschichte ab. Wenig Schicksale wurden

so fast ohne Handumdrehen in glücklichster Weise gelenkt. Landolt machte nicht entfernt den Eindruck des Mannes, der kämpft und strebt, vielmehr desjenigen, dem so ziemlich alles gleich ist, dennoch kam der eine Erfolg vor und der andere nach, und nach kaum einjährigem Aufenthalt in Bonn hatte er, der anscheinend sich so ganz der Lichtbrechung dort widmete, schon eine der anziehendsten Erscheinungen als Frau erobert.

Bei einer festlichen Gelegenheit hörte ich unseren Kollegen Stumpf Landolt feiern als den Lebensphilosophen, und so steht auch sein Bild vor mir, ob es wissenschaftliche Fragen oder Lebensprobleme gilt. Schmerz blieb ihm weder in einem noch im anderen erspart, aber sofort erkannte er auch die heitere Seite, die für den feinen Kenner so manchem anklebt. Ernst war sicher im Grunde seines Charakters, und doch wußte er diesen Lebensernst so leicht zu tragen, daß er kaum mehr als Ernst erschien, und so verließ ihn kaum je ein feines Lächeln, das jeden gewann, und eine seiner großen stillen Kräfte gewesen ist. Fast schien es, als hätte das Leben für Landolt nur eine Sache, die allseitig ernst zu nehmen sei, und das war die Zigarre. Eine kleine diesbezügliche Geschichte aus den letzten Jahren möge hier eingeflochten sein, um so mehr als die Witwe sie zu diesem Zweck mir zur Verfügung stellte. Unser verehrter Sekretar Diels sandte an Landolt vor nicht langer Zeit einen Geburtstagswunsch, sagend, daß er ihm die Achtzig ebenso frisch wie diesen Geburtstag wünsche. Da ging Landolt gleich an seinen Schreibtisch, ihm folgendes antwortend:

Die freundlich gewünschten 80
Will in Geduld ich erharren,
Ich hoffe die Sache macht sich
Vermittels recht vieler Zigarren.

Und so hoffte er wirklich auch noch manches arbeiten zu können, wollte auch, wozu ihn Ostwald angeregt hatte, seine Lebenserinnerungen schreiben. Es ist schade, daß er dazu nicht kam, denn bei seinem guten Humor und seiner so klaren und einfachen Lebenserfassung, seiner Güte und seinem Wohlwollen, den vielen Beziehungen, wären es gewiß erfreuliche Skizzen geworden.

Landolts Natur war eine überaus rüstige; manches hat er bestanden ohne wesentliche Störung, und noch, wie erwähnt, im vorigen Jahr eine

größere Arbeit mit Quincke geplant. Nach einem Aufenthalt in Karlsbad, wo ihn eine Rippenfellentzündung überfiel, schien er, der in der Akademie öfters mein Nachbar war, mir aber nicht mehr der Frühere, war auch auffallend kurzatmig. Die Versuche mit Quincke wurden, weil die Aussicht doch zu unsicher schien, nicht aufgenommen. Dann aber übertrug er auch seine sämtlichen Apparate dem Sohne und Enkel und stellte die experimentelle Arbeit ganz ein.

Noch am 7. März, einem Montag, acht Tage vor dem Ableben, arbeitete Landolt ununterbrochen von ½10 bis 2 Uhr, als er nachmittags plötzlich einen Erstickungsanfall erlitt, der sich am Abend wiederholte. Der Arzt befürchtete sofort das Schlimmste. Die bösen Anfälle wiederholten sich, Herzwirkung und Nieren versagten ganz und vergifteten den armen Körper, der von Schmerzen geschüttelt wurde trotz Morphium. Es waren Tage der Qual und Angst. Er klagte, warum, um zu sterben, er so leiden müßte, wollte aber mehrmals keine Morphiuminjektion, um mit seinem jüngsten Enkel (Erich Liebreich) über das, was an seiner Arbeit noch fehlte, zu sprechen, diktierte noch einiges, erklärte, in welchen Fächern noch Teile der Arbeit lägen, wurde dann aber ganz bewußtlos, litt und stöhnte dennoch. In der Nacht zum 15. März begann die Agonie, und er starb morgens 3 Uhr, keinen von den Seinigen mehr erkennend.

Eine Trauerfeier fand in Wilmersdorf statt an einem unfreundlichen Frühlingstag, aber in der kleinen Kirche lebte nochmals das warme, freundliche Mitempfinden auf, das Landolt immer um sich geweckt hatte, und fand in manchem vom Herzen kommenden Wort Ausdruck. Die Akademie beteiligte sich nach angenommenem Brauch durch einen stillen Kranz.

Indessen dies sollte nicht der endgültige Abschied sein. Landolts letzter Wille war anders: Bonn, wo der Rhein an die Schweizer Heimat erinnert, gleichzeitig eins der schönsten Fleckchen Erde auf deutscher Erde, wo Landolt seine erste Lebensstellung und seine Lebensgefährtin fand, Bonn sollte auch die letzte Ruhestätte sein.

Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen.

Von

H^rn. H. LANDOLT †.

Ausführliche Bearbeitung der unter dem Titel:

»Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper«

in den Sitzungsberichten der Akademie, Jahrg. 1893, S. 301—334, Jahrg. 1906, S. 266—298, Jahrg. 1908, S. 354—387, erschienenen drei Mitteilungen.

Vorgelegt von Hrn. Rubens in der Gesamtsitzung am 26. Mai 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 13. Oktober 1910.

Vorbemerkung.

Das Manuskript der vorliegenden Abhandlung fand sich beim Tode des Verfassers zum größten Teil druckfertig vor. Kapitel I, II, IV und vom Kapitel III Teil A und D bedurften nur der Durchsicht und geringer Änderungen redaktioneller Art. Der Rest wurde vom Unterzeichneten nach hinterlassenen Aufzeichnungen des Verfassers und seinen früheren Veröffentlichungen soweit als möglich ergänzt. Außer den in den Sitzungsberichten der Akademie enthaltenen Mitteilungen dienten hierzu folgende Publikationen: Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen (Abhandlungen der deutschen Bunsen-Ges. f. angew. physik. Chemie Nr. 1 [1909]); Über die Durchlässigkeit des Glases für Dämpfe (Zeitschr. f. physik. Chemie **68**, 169 [1909]). W. Marckwald.

Vorbemerkung des Verfassers.

Der Beweggrund zu der vorliegenden Bearbeitung lag zunächst in dem Umstande, daß in den bezeichneten drei Abhandlungen, besonders in der zweiten, nur die Endresultate der Versuche mitgeteilt worden sind, während die Beobachtungselemente wegen ihres großen Umfangs weggelassen werden mußten. Da die Kenntnis der letzteren zur Beurteilung des Zuverlässigkeitsgrades der Ergebnisse durchaus erforderlich ist, war eine nachträgliche Angabe derselben geboten. Zweitens erschien es wegen der verschiedenen Folgerungen, welche in den drei Abhandlungen aus den Versuchen gezogen worden waren, wünschenswert, eine Berichterstattung über die ganze Arbeit in der Form zu liefern, wie sie nach Abschluß sämtlicher Beobachtungen sich ergibt. Die hierbei gezogenen Endresultate stimmen mit denjenigen überein, welche bereits in der dritten Abhandlung mitgeteilt wurden.

Kapitel I.

Einleitung.

A. Veranlassung zu der Arbeit.

Der erste Anstoß zu den vorliegenden Untersuchungen lag in Ansichten, welche über die alte Proutsche Hypothese von der Ganzzahligkeit der auf Wasserstoff bezogenen Atomgewichte aufgestellt worden waren. Nachdem man dieselbe als nicht zutreffend erkannt hatte, wurde von Marignac[1] der Gedanke ausgesprochen, »daß man vielleicht Prouts Gesetz neben die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac stellen und damit die Existenz einer wesentlichen Ursache anerkennen könne, auf Grund deren alle Atomgewichte einfache Verhältnisse zeigen müßten, sowie ferner sekundärer Ursachen, welche leichte Störungen in diese Verhältnisse bringen«.

Eine Vermutung über die mögliche Art solcher störenden Einflüsse äußerte sodann 1872 Lothar Meyer, indem er in seinen »Modernen Theorien der Chemie«[2] sagt: »Es ist wohl denkbar, daß die Atome aller oder vieler Elemente doch der Hauptsache nach aus kleineren Elementarteilchen einer einzigen Urmaterie, vielleicht des Wasserstoffs, bestehen, daß aber ihre Gewichte darum nicht als vielfache voneinander erscheinen, weil außer den Teilchen dieser Urmaterie etwa noch größere oder geringere Mengen der vielleicht nicht ganz gewichtslosen den Weltraum erfüllenden Materie, welche wir als Lichtäther zu bezeichnen pflegen, in die Zusammensetzung der Atome eingehen. Es ist das eine Hypothese, die nicht unzulässig erscheint, und obwohl sie zur Zeit weder erwiesen noch widerlegt werden kann, doch vielleicht zukünftig lohnende Früchte zu tragen vermag, wenn auch für den Augenblick die Gewinnung solcher sich noch nicht erwarten läßt.« Diese Anschauung berührt auch zugleich das Lavoisiersche Gesetz der Erhaltung der Masse, denn da der Äthergehalt verschiedener Elemente ungleich sein wird, müßte, wenn in einem Molekül sich

[1] Liebigs Ann. d. Chem. Suppl. IV, 206 (1865). — Arch. des sciences phys. et natur. Genève **24**. 371 (1865).

[2] II. Aufl. (1872) S. 293. — V. Aufl. (1884) S. 135.

ein Atom durch ein anderes ersetzt, an der eintretenden Gewichtsänderung auch die veränderte Menge des ponderabeln Äthers Anteil haben. Somit könnte der Fall eintreten, daß bei sehr genauer Wägung das Gesamtgewicht zweier Körper vor und nach ihrer chemischen Umsetzung nicht völlig gleich gefunden wird, indem eine gewisse Menge Äther aus- oder eingetreten ist.

D. J. Mendelejeff, welcher in seiner großen Abhandlung[1]: »Versuch einer chemischen Auffassung des Weltäthers« letzteren als ein gasförmiges Element betrachtet, dessen Atomgewicht bezogen auf H = 1 zwischen $0.0_6 96$ und $0.0_9 53$ liegt, nimmt an, daß er ähnlich wie Helium und Argon unfähig sei, chemische Verbindungen mit anderen Körpern einzugehen.

Anstatt eine chemische Bindung des Äthers anzunehmen, hat man sich auch vorgestellt, daß die Atome von einer Schicht äußerst stark verdichteten und dadurch wägbaren Äthers umgeben seien. Diese Ansicht, welche namentlich von dem Botaniker C. v. Nägeli[2] in seiner Schrift: »Kräfte und Gestaltungen im molekularen Gebiet« entwickelt worden ist, würde ebenfalls Gewichtsänderungen als möglich erscheinen lassen, wenn ein Molekül seine chemische Zusammensetzung wechselt, und man voraussetzt, daß die Atome verschiedener Elemente eine ungleich dichte Ätherhülle besitzen.

Gegenwärtig dürfte wohl kaum mehr der Äther als Ursache einer Massenänderung betrachtet werden. An dessen Stelle können jetzt die Elektronen herbeigezogen werden, oder nach Aufstellung der Lehre vom Zerfall der Atome die Annahme sehr kleiner Bruchstücke der letzteren, vielleicht der Elementarkorpuskeln. Gleichgültig, welcher Art die Substanz ist, durch deren Aus- oder Eintritt das Gesamtgewicht chemisch sich umsetzender Körper möglicherweise eine Änderung erleiden kann, muß dieselbe immer die Eigenschaft besitzen, durch die Wandung geschlossener Gefäße, wie sie bei den nachfolgenden Versuchen verwandt wurden, hindurchzugehen.

Eine ganz andere Vermutung, welche sich aufstellen ließe, wenn in der Tat Abweichungen vom Lavoisierschen Gesetze nachweisbar wären, ist die, daß die Schwerkraft nicht auf alle Substanzen mit völlig gleicher Intensität wirkt. Wie schon Bessel 1833 bemerkt hat, kann diese Frage nicht absolut sicher entschieden werden, sondern nur mit einer Genauigkeit,

---

[1] Russisch erschienen 1902. — Deutsch in O. N. Witts Prometheus. Jahrg. XV, S. 97, 121, 129, 145 (1903).

[2] Zuerst erschienen als Anhang zu Nägelis Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884.

welche von der jeweiligen Präzision der Instrumente und Beobachtungsmethoden abhängt. Versuche von Bessel[1] über die Schwingungsdauer von Pendeln, deren Körper aus verschiedenen Metallen sowie Mineralien bestanden, hatten ergeben, daß etwa auftretende Unterschiede kleiner sein müssen als $^1/_{60000}$ der gemessenen Größe (Länge des Sekundenpendels). Durch spätere von R. v. Eötvös[2] 1891 mit Torsionswagen angestellten Versuche ist diese Grenze indes viel weiter hinausgerückt worden. Dieselben zeigten, daß, wenn überhaupt eine Differenz in der Schwere der Körper von gleicher Masse, aber verschiedener Substanz vorhanden ist, diese zwischen Luft und Messing weniger als $^1/_{100000}$ und zwischen Messing, Glas, Antimonit und Korkholz weniger als 1 Zwanzigmilliontel beträgt[3]. Die letztere Zahl würde, bezogen auf das Gewicht einer chemischen Umwandlungsmasse von etwa 100 oder 200 g, wie sie bei meinen Reaktionsversuchen in Anwendung kam, einem Unterschiede von 0.005 bzw. 0.010 mg entsprechen. Wie aus den nachfolgenden Kapiteln ersichtlich, haben viele meiner Beobachtungen nur Differenzen von 0.001 bis 0.003 mg ergeben, so daß dieselben als noch genauere Beweise für die gleiche Wirkung der Schwerkraft auf verschiedene Körper angesehen werden können, als sie die oben erwähnten Untersuchungen geliefert haben.

Genaue experimentelle Prüfungen der Frage, wie nahe das Gewicht einer chemischen Verbindung mit der Summe der Gewichte der Bestandteile übereinstimmt, sind zuerst 1865 von J. S. Stas ausgeführt worden. Wie in Kap. IIa (Versuche anderer Beobachter) näher angegeben, erhielt er bei der direkten Synthese des Jodsilbers und Bromsilbers stets einige Milligramm dieser Körper weniger als der Summe der abgewogenen Mengen (60 bis 300 g) der Elemente entsprach. Von zwei weiteren Versuchen über die Zersetzung des Silberjodats (68 u. 157 g) in Jodsilber und Sauerstoff ergab das eine, daß das Gewicht der beiden letzten Körper 1.4 mg mehr betrug als dasjenige der ursprünglichen Verbindung, der andere

---

[1] Versuche über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht. — Schumachers Astronomische Nachrichten. X, 97 (1833).

[2] Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. VIII, 65 (1891) Siehe ferner: Winkelmanns Handb. d. Physik. 2. Aufl. Bd. I, Abt. 1, S. 4 (1906).

[3] In einer neueren Arbeit (Wiedemanns Ann. d. Phys. **59**, 373 (1896) führt Eötvös an, daß äußerst sorgfältige Beobachtungen gar keinen Unterschied in der Anziehung zwischen Kupfer und Korkholz auffinden ließen.

lieferte 2 mg weniger. Da diese Abweichungen nur etwa $^1/_{74000}$ der angewandten Masse betragen und außerdem in entgegengesetztem Sinne auftreten, sprachen sie bereits für einen sehr hohen Genauigkeitsgrad des Lavoisierschen Gesetzes.

Mit Ausschluß aller durch chemische Operationen verursachten Fehler, nämlich unter Anwendung zugeschmolzener Glasgefäße, in denen zwei Substanzen erst getrennt und sodann nach erfolgter chemischer Umsetzung gewogen wurden, sind die Versuche angestellt, welche D. Kreichgauer 1891 veröffentlicht hat (s. Kap. IIb). Dieselben ließen bei der Vereinigung von Quecksilber (etwa 165 g) mit Brom sowie Jod kleine Gewichtszunahmen im Betrage von 0.003 bis 0.008 mg erkennen, welche innerhalb der Wägungsfehler lagen.

Veranlaßt durch die oben dargelegten Verhältnisse hatte ich im Jahre 1890 begonnen, mich ebenfalls mit der Prüfung der fraglichen Gewichtsänderungen zu beschäftigen, und zwar in erster Linie, um zu entscheiden, ob, wenn solche sich überhaupt feststellen lassen, sie von einer Größe sind, daß dadurch eine Beeinflussung der Atomgewichte stattfindet. Es mußte, wenn möglich, mit Sicherheit ermittelt werden, ob die Chemiker wirklich mit störenden Einflüssen bei ihren Massenbestimmungen zu tun haben oder nicht. Die wenigen Versuche von Stas, welche zu jener Zeit allein vorlagen, gaben noch keine genügende Auskunft; es ging aus denselben nur hervor, daß man sich auf die Ermittelung sehr kleiner Gewichtsdifferenzen gefaßt machen mußte, und ferner sichere Resultate nur zu erwarten sind, wenn man die chemischen Umsetzungen in zugeschmolzenen Glasgefäßen vornimmt. Inzwischen erschienen die Untersuchungen Kreichgauers, welche bereits auf diese Weise ausgeführt waren; aber dieselben konnten mich nicht hindern, die bereits begonnene Arbeit fortzusetzen, da ich andere Reaktionen, und zwar auf nassem Wege verlaufende, in Anwendung zog.

B. Verlauf der Untersuchung.

Derselbe läßt sich in folgende drei Perioden teilen, welche sowohl zeitlich als auch in bezug auf die Arbeitsverhältnisse verschieden waren.

Erste Arbeitsperiode 1890—1892.

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1893 S. 301—334 Abh. I.)

Die hierhin gehörigen Versuche sind sämtlich in dem zu jener Zeit unter meiner Direktion stehenden chemischen Laboratorium der Königlich

Landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt worden. Das angewandte Verfahren war im wesentlichen das gleiche, wie es sich in Kap. III A ausführlich beschrieben findet. Man benutzte zu den Versuchen ∩-förmige Gefäße aus Thüringer Natronglas, deren vertikale, unten geschlossene Schenkel 18 cm lang und 5 cm weit waren. In das oben gekrümmte Verbindungsstück mündeten beiderseits kurze offene Röhren, welche zum getrennten Einfüllen der zwei Reaktionssubstanzen dienten und nachher zugeschmolzen wurden. Nachdem man für zwei in gleicher Weise beschickte Gefäße zunächst durch hydrostatische Wägung ihr Volum sowie Gewicht ermittelt hatte, wurde mit Hilfe von gläsernen Zusatzkörpern nebst Platindraht eine Ausgleichung soweit vorgenommen, daß die Differenz im Volum nur noch wenige Hundertstel ccm und diejenige im Gewichte einige mg betrug. Hierdurch war die Reduktion der späteren Wägungen auf das Vakuum vermieden. Zur Ausführung eines Versuchs bestimmte man nach dem Aufsetzen der Apparate auf die beiden Wageschalen zunächst die genaue Gewichtsdifferenz derselben durch eine Reihe von Präzisionswägungen. Sodann wurde in einem derselben (*A*) durch Neigen des Gefäßes die Vermischung der Substanzen vorgenommen und hierauf abermals der jetzt vorhandene Gewichtsunterschied festgestellt, welcher nunmehr gegen den ursprünglich vorhandenen eine kleine Zunahme oder Abnahme zeigte. Das gleiche geschah schließlich mit dem zweiten Apparat (*B*), es fand also immer doppelte Ausführung des Versuchs statt. Das Gewicht der gefüllten Apparate schwankte zwischen 700 und 950 g, und ihr äußeres Volum zwischen 870 und 970 ccm; sie waren also erheblich schwerer und größer als die in der zweiten und dritten Arbeitsperiode gebrauchten ∩-Röhren.

Die Wägungen sind mit der in Kap. III, B 1 beschriebenen Stückrathschen sowie alten Rueprechtschen Wage vorgenommen worden, und zwar nach dem Verfahren von Gauß (III, B 2) mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung. Im übrigen wurden die in Kap. III, B 4 erwähnten Vorsichtsmaßregeln beachtet. Der mittlere Fehler des Mittels aus 4 bis 6 Einzelwägungen schwankte zwischen ±0.004 und 0.016 mg, und der ganze der festgestellten Gewichtsänderung anhaftende Wägungsfehler betrug ±0.008 bis 0.030 mg.

In dieser ersten Versuchsperiode fanden noch keine nähere Berücksichtigung die durch die Glasgefäße verursachten Fehler, so namentlich diejenigen, welche entstehen, wenn die Reaktionen unter Wärmeentwicklung

verlaufen, wodurch eine Volumvergrößerung der ∩-Röhren und Verminderung der an der äußeren Glasoberfläche anhaftenden Wasserhaut erfolgt. Einige wenige Versuche über den Einfluß künstlicher Erwärmung auf die Gefäße schienen damals keine in Betracht kommenden Gewichtsänderungen zu erzeugen, und demgemäß wurde die erst in der dritten Arbeitsperiode erkannte Notwendigkeit außer acht gelassen, nach Ausführung einer Reaktion die Wägungen nicht schon in den nächsten Tagen, sondern erst nach Ablauf von mindestens einer Woche vorzunehmen (s. Kap. III, C 1). Da infolge der Nichtbeachtung dieses Umstandes die bei den Reaktionen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat sowie Jodsäure und Jodwasserstoff erhaltenen Gewichtsverminderungen ohne Zweifel sich zu groß ergeben hatten, so wurden sie später (dritte Arbeitsperiode) gestrichen.

Die Versuche erstreckten sich auf folgende bei Gegenwart von Wasser verlaufende Umsetzungen, welche mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der dabei auftretenden Dissoziationsvorgänge ausgewählt worden waren:

1. Silbersulfat und Ferrosulfat in Silber und Ferrisulfat

$$Ag_2SO_4 + 2\,FeSO_4 = 2\,Ag + Fe_2(SO_4)_3\,,$$

2. Jodsäure und Jodwasserstoff in Jod und Wasser

$$HJO_3 + 5\,HJ = 6\,J + 3\,H_2O\,,$$

3. Jod und Natriumsulfit in Jodwasserstoff und Natriumsulfat

$$2\,J + Na_2SO_3 + H_2O = 2\,HJ + Na_2SO_4\,,$$

4. Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd in Chloroform und Natriumformisat

$$CCl_3\cdot CH(OH)_2 + KOH = CCl_3H + CHKO_2 + H_2O\,,$$

5. Lösungsvorgang von Chloralhydrat in Wasser.

Die Ergebnisse der in dieser ersten Arbeitsperiode erhaltenen Versuchszahlen finden sich in der umstehenden Tabelle zusammengestellt.

Aus diesen Versuchen sind in der ersten Abhandlung vom Jahre 1893 folgende Schlüsse gezogen worden:

a) Die Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat hat bei drei Versuchen Gewichtsänderungen von —0.130 bei —0.167 mg ergeben, welche den 4- bis 8fachen Betrag des Wägungsfehlers (±0.017 bis 0.030 mg) ausmachen. Trotzdem dürfte das Auftreten solcher Abnahmen noch nicht als sicher festgestellt zu betrachten sein, denn der gesamte Versuchsfehler,

I	II	III	IV	V	VI	VII
Reaktion	Versuch Nr.	Reaktion in App.	Reaktionsmasse (ohne Wasser)	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler	Gewichtsänderung auf 100 g Reaktionsmasse
Silbersulfat und Ferrosulfat	1	*A*	114.2 g	—0.167 mg	±0.021 mg	—0.146 mg
	2	*B*	114.2	—0.131	0.030	—0.115
	3	*B*	171.3	—0.130	0.017	—0.076
Jodsäure und Jodwasserstoff	4	*A*	127.6 g	—0.047 mg	±0.022 mg	—0.037 mg
	5	*B*	127.6	—0.114	0.013	—0.089
	6	*A*	157.2	—0.103	0.012	—0.066
	7	*B*	157.2	—0.102	0.016	—0.065
	8	*A*	314.5	—0.177	0.012	—0.056
	9	*B*	314.5	—0.011	0.013	—0.003
Jod und Natriumsulfit	10	*A*	157.0 g	+0.105 mg	±0.008 mg	+0.067 mg
	11	*B*	157.0	—0.031	0.017	—0.020
	12	*A*	192.0	+0.002	0.020	+0.001
	13	*B*	192.0	—0.127	0.017	—0.066
Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	14	*A*	201.0 g	+0.012 mg	±0.024 mg	+0.006 mg
	15	*B*	201.0	+0.007	—	+0.003
Chloralhydrat u. Wasser (Lösungsprozeß)	16	*A*	416.0 g	—0.003 mg	±0.013 mg	—0.001 mg

auf welchen außer der Wägung auch noch eine mögliche Änderung der Gefäße Einfluß hat, kann vielleicht eine beträchtliche Größe erlangen. Einen Anhaltspunkt hierfür liefern die bei der Reaktion zwischen Jod und Natriumsulfit (Versuche 10 bis 13) gefundenen Resultate, aus denen hervorgeht, daß die Gewichtsänderungen zwischen +0.105 und —0.127 mg, also um mehr als 0.2 mg schwanken konnten. Wenn endlich die Ursache der beobachteten Abnahmen in dem chemischen Prozeß lag, mußte Proportionalität mit der angewandten Reaktionsmasse erwartet werden, was aber nach Kol. VII nur in sehr unvollkommenem Grade stattfindet.

Eine Frage konnte aber jetzt schon entschieden werden, nämlich die, ob die gefundenen Gewichtsverminderungen, wenn sie wirklich existieren und nicht von Versuchsfehlern herrühren, auf das Atomgewicht des Silbers einen wesentlichen Einfluß ausüben. Aus den obigen Versuchen berechnet sich, daß bei der Überführung von Silbersulfat in metallisches Silber je 100 g des letzteren im Mittel eine Abnahme von 0.32 mg erleiden. Diese Zahl kann angewandt werden, um eine von J. S. Stas ausgeführte Anzahl

von Atomgewichtsbestimmungen des Silbers zu korrigieren, bei welchen Silbersulfat mit Hilfe von Wasserstoff reduziert worden war. Die Rechnung ergibt, daß die Gewichte erst in der vierten Dezimalstelle eine ganz außer Betracht fallende Änderung erfahren[1].

b) Bei der Reaktion zwischen Jodsäure und Jodwasserstoff haben sechs Versuche sämtlich eine Gewichtsabnahme ergeben. Dieselbe ist jedoch zweimal so klein (Versuch 4 mit 0.047 mg und Versuch 9 mit 0.011 mg) ausgefallen, daß sie dem Wägungsfehler nahesteht, und man daraus auf ein völliges Konstantbleiben des Gewichtes schließen könnte. In den vier anderen Fällen (Versuch 5 bis 8) übersteigen die auftretenden Änderungen von —0.102 bis —0.177 mg die Wägungsfehler sehr bedeutend, und sie zeigen sich nach Kol. VII auch annähernd proportional der Reaktionsmasse. Bedenkt man aber, daß, wie oben unter a angeführt, der mögliche Gesamtfehler eines Versuchs über 0.2 mg betragen kann, so wird man auch hier die beobachteten Gewichtsabnahmen noch nicht als sicher konstatiert ansehen dürfen. Immerhin bleibt es auffallend, daß nie eine Gewichtsvermehrung gefunden wurde.

c) Die vier Versuche betreffend die Umsetzung zwischen Jod und Natriumsulfit haben zweimal eine Zunahme und zweimal eine Abnahme des Gewichts ergeben, und zwar in Beträgen, welche sich nahezu aufheben. Das Mittel der Bestimmung ist —0.005 mg für 100 g Reaktionsmasse. Hiernach muß völlige Gewichtskonstanz angenommen werden.

d) Bei der Zersetzung des Chloralhydrats durch Ätzkali ließen die zwei Versuche keine Gewichtsänderung erkennen, denn die aufgetretenen Differenzen liegen unterhalb des Wägungsfehlers.

e) Beim Auflösen von Chloralhydrat in Wasser ist das Gewicht völlig gleichgeblieben.

Das Endresultat der Untersuchung wurde somit dahin gefaßt, daß bei keiner der angewandten Reaktionen sich eine Gewichtsänderung mit völliger Bestimmtheit hat konstatieren lassen. Wenn solche dennoch bestehen sollten, so sind sie von derartiger Kleinheit, daß dadurch die stöchiometrischen Rechnungen in keiner Weise beeinflußt werden. Demzufolge ist die der ganzen Arbeit ursprünglich zugrunde gelegte Frage, ob die Abweichungen

[1] Die vollständige Rechnung ist in der ersten Abhandlung (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1893, S. 332) angeführt.

der Atomgewichte von ganzen Zahlen etwa davon herrühren, daß bei den chemischen Umsetzungen gewisse Mengen eines feinen wägbaren Stoffes (Äther, Elektronen) aus- oder eintreten, in verneinendem Sinne entschieden.

Eine weitere Fortsetzung der Versuche wurde nicht als notwendig erachtet, besonders da das Ergebnis derselben mit demjenigen übereinstimmte, welches schon Stas sowie Kreichgauer bei Anwendung ganz anderer Reaktionen erhalten hatten. Wenn sich auch die Genauigkeit der Gewichtsbestimmungen noch günstiger gestalten läßt, so ist es doch zweifelhaft, ob man bei der Wägung von Glasgefäßen, welche ungefähr 1 l Volum und 1 kg Gewicht besitzen, jemals dazu gelangen wird, kleinere Unterschiede als 0.1 mg mit Sicherheit festzustellen. Aber selbst wenn dies gelänge, würden, wie schon oben bemerkt, die etwa beobachteten Gewichtsänderungen ihres minimalen Betrages wegen für die Chemie doch von keiner reellen Bedeutung sein. In physikalischer Hinsicht dürfte es dagegen wohl Interesse bieten, die nicht genügend aufgeklärten Gewichtsabnahmen, welche sich bei der Reduktion von Silber sowie Jod stets gezeigt haben, durch eine Reihe weiterer Versuche auf ihr wirkliches Bestehen zu prüfen, denn es herrscht immerhin keine vollständige Sicherheit darüber, ob dieselben sämtlich auf Beobachtungsfehlern beruhen.

Die vorhergehenden Sätze bildeten den Schluß der ersten Abhandlung vom Jahre 1893.

Zweite Arbeitsperiode (1901—1905).

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1906, S. 266—298, Abh. II.)

Nach dem Erscheinen der Abh. I wurde die Frage der Änderung des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper auch von anderen Beobachtern aufgenommen. Das spätere Kap. II enthält einen ausführlichen Bericht über diese Versuche, welche alle nach dem von mir benutzten Verfahren mittels ∩-Gefäßen ausgeführt worden sind. Zunächst hatten F. Sanford und L. E. Ray[1] 1897 die Reduktion von ammoniakalischer Silbernitratlösung durch Traubenzucker geprüft und bei fünf Versuchen dreimal Abnahme und zweimal Zunahme des Gesamtgewichtes im Betrage von 0.03 bis 0.08 mg erhalten. Da die Wägungsfehler etwa $\pm$0.05 mg betrugen, so schlossen jene Beobachter auf völliges Konstantbleiben des Gewichts.

[1] Literaturangaben siehe Kap. II.

Zu dem nämlichen Resultate war später (1904) auch A. Lo Surdo[1] gelangt, welcher bei der Reaktion zwischen Kupfersulfat und Eisen drei positive und zwei negative Abweichungen im Betrage von 0.003 bis 0.013 mg beobachtet hatte. Die ausführlichste dieser Untersuchungen hatte aber 1901 A. Heydweiller[1] veröffentlicht, und zwar erstreckte sich dieselbe auf folgende Reaktionen:

1. Kupfersulfat und Eisen.
2. Lösungsvorgang von Kupfervitriol in Wasser.
3. Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure.
4. Teilweise Zersetzung von Kupfersulfat und Kalilauge.
5. Essigsäure und Ammoniak.
6. Baryumchlorid und Schwefelsäure.

Wie aus den in Kap. II d mitgeteilten näheren Angaben über die erhaltenen Resultate ersichtlich ist, ergaben von insgesamt 21 Versuchen 19 eine Gewichtsabnahme, welche zwischen 0.016 und 0.217 mg schwankte. Von diesen lagen 13 oberhalb des zu ± 0.04 mg geschätzten größten Versuchsfehlers und 6 unterhalb desselben. Gewichtsvermehrung war nur bei 2 Versuchen in geringer Größe beobachtet worden.

Das Auffallendste an den Resultaten Heydweillers war das ganz überwiegende Auftreten der Gewichtsabnahmen. Dies erschien um so bemerkenswerter, als sich die nämliche Erscheinung auch bei meinen in der ersten Arbeitsperiode erhaltenen Beobachtungen gezeigt hatte. Wie aus der am Schlusse von Kap. I, B a gegebenen Tabelle (Kol. V) ersichtlich, gaben damals von 16 Versuchen, welche sich auf 5 verschiedene Reaktionen beziehen, 12 eine bis zu 0.177 mg gehende Verminderung des Gesamtgewichtes und nur 4 eine kleine Zunahme.

Angesichts dieser Ergebnisse sowie anderseits der von mehreren Forschern gefundenen gänzlichen Konstanz des Gesamtgewichtes war eine erneute Untersuchung des Problems zur dringenden Notwendigkeit geworden. Es mußte endlich mit Bestimmtheit entschieden werden, ob die vielfach beobachtete Gewichtsabnahme nur auf Versuchsfehlern beruhen, hervorgebracht durch rein äußerliche Ursachen, oder ob sie im Zusammenhang mit der Substanzänderung stehen.

---

[1] Literaturangaben siehe Kap. II.

Als ich mich im Jahre 1901 entschloß, den Gegenstand von neuem aufzunehmen, ließ sich nach den früheren Erfahrungen eine zeitraubende und mühsame Arbeit voraussehen. Es hatte sich gezeigt, daß die auftretenden Gewichtsänderungen häufig nur hundertstel oder sogar tausendstel Milligramm betragen, also in einem Gebiete liegen, in welchem bei der Wägung von Glasgefäßen manche Fehlerquellen ins Spiel treten können. Hoffnung auf das Erlangen sicherer Resultate war nur vorhanden, wenn die Genauigkeit des Versuchsverfahrens sowie besonders der Wägungen gegen früher noch erheblich gesteigert werden konnte. Glücklicherweise ließ sich dies ermöglichen durch sehr dankenswerte Unterstützungen seitens der Akademie der Wissenschaften sowie des Königlichen Kultusministeriums, welche mich in den Besitz einer neuen vorzüglichen Wage nebst anderen nötigen Instrumenten brachte. Die neuen Versuche sind nunmehr sämtlich in dem früheren sogenannten II. Chemischen Institut der Universität (jetzigem Physikalisch-Chemischen Institut) ausgeführt worden, dessen Direktion ich vom Jahre 1891 an übernommen hatte.

Das angewandte Versuchsverfahren, welches gegen das frühere eine Anzahl Verbesserungen erfuhr, findet sich in dem nachfolgenden Kap. III ausführlich beschrieben. Eine Änderung fand namentlich statt bezüglich der Größe der Reaktionsgefäße, da dieselbe der auf 600 g sich belaufenden Tragfähigkeit der neuen Rueprechtschen Wage angepaßt werden mußte. Die größtenteils angewandten ∩-Röhren hatten im beladenen Zustande das Gewicht von 350 bis 500 g (mit Stativ 400—550 g) und das äußere Volum von 390 bis 420 ccm. Sie besaßen also nur etwa das halbe Gewicht und Volum der in der ersten Arbeitsperiode benutzten Gefäße. Die Wägungen wurden wie früher nach dem Gaußschen Verfahren mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung ausgeführt. Wie aus den in Kap. IV mitgeteilten Beobachtungstabellen hervorgeht, betrug der mittlere Wägungsfehler des Mittels aus 4—6 Einzelwägungen jetzt nur ±0.001 bis 0.005 mg, während er bei den früher gebrauchten Wagen zwischen ±0.007 und 0.016 mg geschwankt hatte. Die Genauigkeit der Wägungen war also erheblich gesteigert worden. Dazu hatte besonders auch der Umstand beigetragen, daß man vielfach nach dem in Kap. III, B 4b erörterten Verfahren die Wägungen mit 2 oder 4 verschiedenen Stellungen der Apparate auf den Wageschalen ausführte. Die Volume der beiden Glasgefäße sind wie früher auf einige hundertstel Kubik-

zentimeter ausgeglichen worden, und wo größere Differenzen vorkamen, wie z. B. bei den Versuchen in Kap. III, D Nr. 1, 2, 3 (Diff. 0.08 ccm), wurde Korrektion der Wägungen auf das Vakuum unter Bestimmung der jeweiligen Luftdichte vorgenommen.

Die Arbeiten dieser Periode erstreckten sich zunächst auf die Ermittelung des Gesamtfehlers, welcher der bei einem Reaktionsversuch gefundenen Gewichtsänderung anhaften kann. Derselbe setzt sich zusammen aus erstens dem Wägungsfehler und zweitens den durch die Gefäße und ihre Behandlung entstehenden Fehlern, namentlich herrührend von Veränderungen der Oberfläche des Glases und des äußeren Volums. Über die Summe dieser Wirkungen konnte dadurch Aufschluß erhalten werden, daß man je 2 Apparate mit ganz indifferenten Substanzen beschickte und dieselben dann den gleichen Operationen und Wägungen unterwarf wie die mit reagierenden Körpern gefüllten. Auf die genannte Weise sind 19 Versuche angestellt worden, über deren Einzelheiten in dem späteren Kap. III D ausführlich berichtet ist. Das Ergebnis war, daß in diesen Fällen die aufgetretenen kleinen Gewichtsänderungen sich ebensooft positiv wie negativ zeigten, und zwar zu gleichen Beträgen, wie dies zu erwarten ist, wenn das Gewicht konstant bleibt. Von den 19 Versuchen hatten 17 eine unter 0.016 mg liegende Zunahme oder Abnahme ergeben, und nur zweimal war die Änderung auf ±0.023 und 0.024 mg gestiegen. Diese Zahlen stellen den Maximalfehler dar, welcher dem ganzen Versuchsverfahren anhaftet. Erweitert man die Grenze noch bis zu

$$\pm 0.03 \text{ mg},$$

so läßt sich mit Sicherheit annehmen, daß, wenn bei einem Versuch eine diesen Betrag überschreitende Gewichtsänderung gefunden wird, diese nicht mehr von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Die Versuche über die Änderung des Gesamtgewichts chemisch sich umsetzender Körper wurden in dieser zweiten Periode weiter fortgesetzt; sie erstreckten sich auf folgende teils früher schon geprüfte, teils neue Reaktionen:

I. $Ag_2SO_4 + 2\,FeSO_4 = 2\,Ag + Fe_2(SO_4)_3$,

II. $3\,AgNO_3 + 3\,FeSO_4 = 3\,Ag + Fe_2(SO_4)_3 + Fe(NO_3)_3$,

III. $AuCl_3 + 3\,FeCl_2 = Au + 3\,FeCl_3$,

IV. $CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4$,

V. $HJO_3 + 5HJ = 6J + 3H_2O$,
VI. $2J + NaHSO_3 + H_2O = NaHSO_4 + 2HJ$,
VII. $2UO_2(NO_3)_2 + 6KOH = K_2U_2O_7 + 4KNO_3 + 3H_2O$.

Das spätere Kap. IV enthält über die Ausführung dieser Versuche alle näheren Angaben; an dieser Stelle genügt es, die erhaltenen Gewichtsänderungen in folgender Tab. 1 zusammenzustellen. Bezüglich der letzteren ist zu bemerken, daß bei Reaktion I, Verf. 2, 3, und II, Verf. 1, 2, Glasgefäße angewandt wurden, deren innere Wandung mit einer Schicht Paraffin gedichtet worden war (s. Kap. III A 2). Die Versuche IV 1—4 sind Wiederholungen solcher von Heydweiller (s. Kap. II d). Was die den Gewichtsänderungen anhaftenden Wägungsfehler betrifft, so lagen diese zwischen 0.003 und 0.010 mg.

Tabelle 1.

I	II	III	IV	V	VI
Reaktion	Vers. Nr.	Jahr der Ausführung	Reaktionsmasse g	App.	Beobachtete Gewichtsänderung mg
I. Silbersulfat und Ferrosulfat	1	1903	88.9	A	−0.035
Paraffin	2	1905	69.1	A	−0.042
»	3	»	69.1	B	−0.029
II. Silbernitrat und Ferrosulfat — Paraffin	1	1902	49.3	A	+0.003
»	2	»	49.3	B	−0.003
III. Goldchlorid und Ferrochlorid	1	1903	41.7	A	−0.009
IV. Eisen und Kupfersulfat — Ohne Alkalizusatz	1	1902	57.8	A	−0.004
	2	»	57.8	B	−0.022
Mit Alkalizusatz	3	1904	57.8	A	−0.024
	4	»	57.8	B	−0.028
V. Jodsäure und Jodwasserstoff	1	1904	127.6	A	−0.004
	2	»	127.6	A	−0.019
	3	»	127.6	B	−0.033
	4	1905	106.1	B	−0.053
VI. Jod und Natriumhydrosulfit	1	1901	74.1	A	−0.021
	2	1902	118.5	A	−0.034
VII. Uranylnitrat und Kaliumhydroxyd	1	1905	71.4	A	+0.006
	2	»	71.4	B	+0.002

Eine Reihe weiterer Prüfungen betraf die Frage, ob bei Lösungsvorgängen von Salzen in Wasser eine Gewichtsänderung bemerkbar ist. Da bis jetzt nur 4 Versuche von Heydweiller (Kap. II d) vorlagen, welche beim Lösen von Kupfervitriol in Wasser Gewichtsabnahmen zwischen 0.029 und 0.126 mg ergeben hatten, so wurden weitere Salze, namentlich Salmiak, zugezogen. Die erhaltenen Resultate, deren Erlangung in Kap. IV, 10 näher beschrieben ist, sind in der nachstehenden Tabelle 2 verzeichnet.

Tabelle 2.

Nr.	Jahr der Ausführung	Art der Gefäße	Angewandt Salz g	Angewandt Wasser g	Gefäß	Beobachtete Gewichtsänderung mg
			Chlorammonium			
1	1902	∩ Jenaer Geräteglas	44.0	115.4	*B*	+0.017
2	"	0-Gefäße mit	23.7	131.6	*A*	+0.008
3	"	Vakuummantel	23.7	131.6	*B*	+0.005
4	"	∩-Gefäß	37.5	150.0	*A*	−0.024
5	"	Altes Thüringer Glas	37.5	150.0	*B*	−0.002
6	1903	∩-Gefäß	60.0	160.0	*A*	−0.008
7	"	aus Quarzglas	60.0	160.0	*B*	+0.019
8	"	∩-Gefäße Quarzglas	51.0	134.0	*B*	−0.033
			Bromkalium			
9	1902	∩ Jenaer Geräteglas	72.5	145.0	*A*	−0.038
			Uranylnitrat			
10	1905	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0	*A*	+0.009
11	"	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0	*B*	−0.010
12	"	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0	*B*	−0.004

Im Anschluß an die obigen Versuche ist noch der umgekehrte Fall geprüft worden, wo ein Salz aus dem gelösten Zustande wieder in den festen übergeht. Wie in Kap. IV, 10 beschrieben, wurde hierzu der eine Schenkel eines ∩-Gefäßes mit konzentrierter Kupfervitriollösung, der andere mit absolutem Alkohol gefüllt und nach dem Wägen die Mischung voll-

zogen, wobei Ausfällung von kristallinischem $CuSO_4 + 5$ ag erfolgt. Fin Doppelversuch lieferte nachstehende Gewichtsänderungen:

Tabelle 3.

Nr.	Jahr der Ausführung	Art der Gefäße	Abgeschiedenes $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Gefäß	Beobachtete Gewichts-änderung
1	1902	∩ Jenaer	24.75 g	A	**−0.017** mg
2	"	Geräteglas	24.75 "	B	**+0.016** "

Angesichts dieses Verhaltens ist in der Abhandlung II vom Jahre 1906, S. 295 die Vermutung ausgesprochen worden, daß bei chemischen Reaktionen die Gewichtsabnahme die normale Erscheinung darstelle, und selbst solche von geringem Betrage nicht als Versuchsfehler zu betrachten seien.

Eine Erklärung des Vorganges wurde in der inzwischen aufgetauchten Lehre vom Atomzerfall gesucht, indem es nicht unmöglich schien, daß ähnlich wie bei den radioaktiven Atomen auch bei andern eine Ablösung kleiner Masseteilchen stattfinden könne, wenn sie durch chemische Prozesse eine starke Erschütterung erleiden. Dabei mußte die Annahme gemacht werden, daß diese Teilchen die Eigenschaft besitzen, die Glaswandung der Gefäße zu durchdringen.

Die weitere Vermutung, daß die Gewichtsabnahme vielleicht auf dem Freiwerden von Elektronen beruhe, hat sich durch Versuche von G. Martinelli[1] nicht bestätigt. Er konnte bei verschiedenen Prozessen, wie Reduktion von Silbersulfat durch Eisenvitriol, Lösen von Kupfervitriol oder Kaliumbichromat in Wasser, keine Ionisierung der die Substanzen umgebenden Luft wahrnehmen. Dieselbe Beobachtung machte N. R. Campbell[2].

Wie in Abhandlung II, S. 295, § 5 bemerkt wurde, blieb aber immer noch der Verdacht bestehen, daß noch eine bis jetzt nicht aufgefundene äußere Ursache vorliegen könne, welche die Gewichtsverminderungen bewirkt, obschon dies bei der Sorgfalt, mit welcher alle denkbaren Fehlerquellen untersucht worden sind, wenig wahrscheinlich erschien. Die Arbeit wurde infolgedessen noch nicht als abgeschlossen erachtet, sondern weitere Versuche in Aussicht genommen.

[1] Atti R. Acad. d. Lincei [5] **13**, II, 217 (1904). — Chem. Zentralblatt 1904, II, 1096.

[2] Phil. Mag. [6] **9**, 545 (1905). — König, Beiblätter 1905, 1070.

Dritte Arbeitsperiode (1906. 1907).

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1908, S. 354—387, Abh. III.)

Dieser neue Abschnitt hatte seine Veranlassung in dem abermaligen Wechsel des Arbeitslokals. Als ich im Sommer 1906 die Direktion des früheren II. Chemischen Instituts der Berliner Universität niederlegte, wurden mir seitens des Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Hrn. Warburg in sehr dankenswerter Weise Räume für die Fortsetzung der Versuche zur Verfügung gestellt, und ferner hatte mein Amtsnachfolger Hr. Nernst die Gefälligkeit, mir noch einen großen Teil der früher bei der Arbeit benutzten Gerätschaften und Instrumente zum weiteren zeitweisen Gebrauch zu überlassen.

Die Resultate, welche in der zweiten Abhandlung aus den in obigen Tabellen verzeichneten Beobachtungen gezogen worden sind, waren folgende:

a) Von den chemischen Umsetzungen haben, wie aus Tabelle 1 ersichtlich, diejenigen zwischen

I. Silbersulfat und Ferrosulfat,
IV. Eisen und Kupfersulfat,
V. Jodsäure und Jodwasserstoff,
VI. Jod und Natriumhydrosulfit

ausnahmslos Gewichtsabnahmen ergeben, welche in 7 Fällen den maximalen Versuchsfehler von 0.03 mg übersteigen oder ihm sehr nahe kommen, während sie in 6 Fällen darunter bleiben.

b) Die Reaktionen zwischen

II. Silbernitrat und Ferrosulfat,
III. Goldchlorid und Ferrochlorid,
VII. Uranylnitrat und Kaliumhydroxyd

lieferten teils Zunahmen, teils Abnahmen des Gesamtgewichts, und zwar immer von einem unterhalb des maximalen Versuchsfehlers liegenden Betrag. Es läßt sich daher in diesen Fällen auf völlige Gewichtskonstanz schließen.

c) Beim Lösen von Salzen stellten sich nach Tabelle 2 sowohl positive wie negative Gewichtsänderungen in nahezu gleicher Zahl (5 und 7) ein, deren Betrag meist kleiner war als 0.03 mg. Somit scheint der Spaltungsvorgang eines Elektrolyten in Ionen ohne Wirkung zu sein.

Dieselbe Gewichtskonstanz bleibt nach Tabelle 3 auch beim Rückgang der Dissoziation bestehen.

d) Am auffallendsten ist bei den chemischen Umsetzungen (Tabelle 1) das ganz überwiegende Auftreten der Gewichtsabnahme, eine Erscheinung welche auch schon bei den Versuchen der ersten Arbeitsperiode beobachtet worden war. Es hatten ergeben:

16 Versuche der I. Periode: 12 Abnahmen und 4 Zunahmen,
18 » » II. » : 15 » » 3 » .

Auch Heydweiller war, wie schon am Anfang dieses Abschnittes bemerkt, zu dem gleichen Resultate gekommen. Von 21 Reaktionsversuchen (s. Kap. II d) hatten 19 eine Verminderung und nur 2 eine Vermehrung des Gesamtgewichts erkennen lassen.

Dieses starke Überwiegen der Abnahmen schien darauf zu deuten, daß ein Zusammenhang mit dem chemischen Prozeß stattfindet. Wäre ein solcher nicht vorhanden, so müßten positive und negative Gewichtsänderungen in gleicher Zahl erwartet werden, wie dies die in Kap. III D beschriebenen Versuche mit nichtreaktionsfähigen Substanzen gezeigt haben.

Die Arbeiten der dritten Periode erstreckten sich hauptsächlich auf folgende Punkte:

1. Erneute Prüfung der bei den Versuchen auftretenden Fehlerquellen.

Der bisherige Verlauf der Untersuchung hatte zu der Ansicht geführt, daß die bei fast allen Reaktionen immerfort aufgetretenen Gewichtsabnahmen durch den chemischen Prozeß veranlaßt werden. Doch ließen sich dagegen noch Bedenken erheben. Zunächst war bei dieser Auffassung zu erwarten, daß die Verminderungen proportional den Reaktionsmassen sich verhalten, wenigstens in angenähertem Grade. Aber schon die Versuche der ersten Periode hatten dieser Anforderung nicht entsprochen, und ebensowenig war dies bei den neuen der Fall. Legt man beispielsweise die bei der Abscheidung von Silber sowie Jod erhaltenen Zahlen zugrunde und berechnet die Gewichtsänderungen für 100 g Reaktionsmasse, so ergeben sich nebenstehende Verhältnisse.

Wie man sieht, zeigen die Zahlen der Kol. V eine so geringe Übereinstimmung, namentlich bei der zweiten Reaktion, daß von einer Pro-

I	II	III	IV	V
Reaktion	Versuch Nr.	Reaktionsmasse g	Gewichtsänderung beobachtet mg	Gewichtsänderung für 100 g Reaktionsmasse mg
Silbersulfat und Ferrosulfat	1	88.9	—0.035	—0.039
	2	69.1	—0.042	—0.061
	3	69.1	—0.029	—0.042
Jodsäure und Jodwasserstoff	1	127.6	—0.004	—0.003
	2	127.6	—0.019	—0.015
	3	127.6	—0.033	—0.026
	4	106.1	—0.053	—0.049

portionalität zwischen Reaktionsmasse und Gewichtsabnahme nicht die Rede sein kann.

Ein ferneres Bedenken gegen das wirkliche Bestehen der Gewichtsabnahmen gründete sich auf die Schwierigkeit, unter den obwaltenden Versuchsverhältnissen hinreichend genaue Resultate zu erhalten. Vergleicht man die in den beiden Arbeitsperioden gefundenen Zahlen miteinander, so zeigt sich, daß die neuen stets erheblich kleiner sind als die alten. So hatten z. B. die früheren Versuche über die Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat Gewichtsabnahmen zwischen 0.130 und 0.167 mg geliefert, während die in der zweiten Periode erhaltenen nur noch 0.029—0.042 mg ergaben. Dieses Verhalten war ohne Zweifel auf die Verbesserung der Methoden zurückzuführen, und es erschien daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß eine weitere Vervollkommnung derselben schließlich in allen Fällen Resultate liefern könnte, welche unter der Grenze des maximalen Versuchsfehlers von 0.030 mg liegen und auch vielleicht entgegengesetztes Vorzeichen tragen. In diesem Sinne wurde weiter gearbeitet, und eine Reihe neuer Versuche teils über Fehlerquellen, teils Prüfung chemischer Reaktionen vorgenommen.

Der Umstand, daß die Mehrzahl der Reaktionsversuche eine Abnahme des Gesamtgewichtes ergeben hatte, forderte zu einer besonders sorgfältigen Prüfung derjenigen Ursachen auf, welche ein Leichterwerden des in Reaktion gesetzten Gefäßes zur Folge haben. Dies tritt besonders ein, wenn die chemische Umsetzung unter Wärmeentwicklung verläuft. Hierbei wird erstens die Wasserhaut an der äußeren Glasfläche vermindert, und

zweitens findet eine Volumvergrößerung des Gefäßes statt, welche verstärkten Luftauftrieb desselben bei der Wägung verursacht. Bringt man den Reaktionsapparat wieder in das Wagegehäuse neben das unberührt gebliebene Taragefäß, so wird allmählich die Wasserhaut an dem ersteren sich wieder ergänzen sowie das Volum kleiner werden. Aber es fragt sich, nach welcher Zeit diese Vorgänge ihr Ende erreicht haben und wieweit überhaupt die Rückkehr in den ursprünglichen Zustand erfolgt. In dieser Hinsicht ist früher bei vielen, mit Erwärmung verbundenen Reaktionsversuchen stets beobachtet worden, daß das Gewicht des benutzten Gefäßes bei den täglichen Wägungen zuerst rasch abnahm und dann etwa vom dritten Tage an bis nach Verlauf einer Woche keine wesentlichen Änderungen mehr zeigte. Es wurde dann angenommen, daß die Ausgleichung der beiden Apparate in bezug auf Wasserhaut und thermische Nachwirkung nunmehr beendigt sei und die Verschiebung der jetzt vorliegenden Gewichtsdifferenz $A—B$ gegen die ursprüngliche als das Resultat des Versuchs betrachtet. Aber dieses in der ganzen zweiten Arbeitsperiode angewandte Verfahren konnte noch unvollkommen erscheinen, weil man die Wägungen meist nicht über eine Woche ausgedehnt hatte und daher die Möglichkeit vorlag, daß bei weiterer Fortsetzung derselben die Gewichte der beiden Gefäße sich noch mehr ausgleichen würden. Bezüglich dieser Fragen war die Anstellung folgender Versuche wünschenswert geworden.

a) Verhalten der temporären Wasserhaut. Um ein Urteil über die Zeitdauer zu erhalten, innerhalb deren eine verschwundene Wasserhaut sich wieder ersetzt, wurde von zwei Glasgefäßen mit gleich großer Oberfläche, welche erst eine Woche im Wagengehäuse gestanden und deren Gewichtsdifferenz man bestimmt hatte, das eine 48 Stunden lang in einen Schwefelsäureexsikkator gesetzt und nach dem Zurückbringen in die Wage während etwa 8 Tage die allmähliche Gewichtszunahme desselben beobachtet. Die Versuche wurden angestellt mit: 1. den in der zweiten Arbeitsperiode allgemein benutzten ∩-Gefäßen aus Jenaer Geräteglas, Volum etwa 416 ccm, äußere Oberfläche etwa 380 qcm; 2. zylindrischen Gefäßen von etwa 237 ccm Volum und 230 qcm Oberfläche, wie sie zu den in Kap. IV 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodid gedient hatten.

Die Wägungen, deren Einzelheiten in Kap. III, C 1 a mitgeteilt sind, führten zu dem Ergebnis, daß bei beiden Gefäßen die Wiederherstellung

der durch das Trocknen entfernten Wasserhaut nach Verlauf von 2 bis 3 Tagen vollendet war.

b) Einfluß der durch die Reaktionswärme verursachten Volumvergrößerung der Gefäße (thermische Nachwirkung). Hier handelte es sich erstens um die Frage, nach welcher Zeit das Volum des erwärmten Gefäßes wieder auf den ursprünglichen Betrag zurückgegangen ist, und also keine Verkleinerung seines Gewichtes durch verstärkten Luftauftrieb mehr stattfindet. Über diesen Punkt sind mit den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten ∩-Röhren und zylindrischen Apparaten eine Reihe von Versuchen angestellt worden. Von zwei mit indifferenten Substanzen beladenen und bezüglich des Volums ausgeglichenen Gefäßen *A* und *B*, deren Gewichtsdifferenz anfänglich bestimmt worden war, wurde das eine (*A*) mittels eines Luftbades 1 bis 2 Stunden lang auf verschiedene Temperaturen erhitzt und nach erfolgter Abkühlung sodann durch mehrere Wochen lang fortgesetzte Wägungen das Verhalten der Differenz *A*—*B* verfolgt. Hierbei zeigte sich stets, daß das Gewicht von *A*, welches anfänglich um etwa 0.1 mg gesunken war, in den nächsten Tagen infolge Wiederherstellung der Wasserhaut rasch zunahm und sodann während etwa einer Woche sich wenig änderte. Setzte man aber die Wägungen noch 1 bis 2 Wochen fort, so konnten abermals kleine Gewichtszunahmen konstatiert werden, die von weitergehender Kontraktion des Gefäßes herrühren mußten, bis endlich die ursprüngliche Differenz *A*—*B* erreicht war. Ein Bild dieser Verhältnisse gibt z. B. die in Kap. III, C 1 b enthaltene Tabelle 2.

Bei anderen Versuchsreihen wurde die thermische Nachwirkung dadurch verfolgt, daß man mittels fortgesetzter hydrostatischer Wägungen die allmähliche Volumverminderung des erhitzten Gefäßes bestimmte und daraus den noch vorhandenen Luftauftrieb berechnete.

Die sämtlichen Versuche über thermische Nachwirkung sind in Kap. III, C 1 b ausführlich beschrieben. Das Ergebnis derselben war, daß die Dauer der thermischen Nachwirkung mit der Höhe der vorausgegangenen Erwärmung zunahm und bei den angewandten Gefäßen die Zeit von 10 bis 21 Tagen erforderte.

Diese Prüfungen ließen noch eine weitere Frage entscheiden. Bei vielen in der zweiten Arbeitsperiode ausgeführten Reaktionsversuchen, und zwar solchen, welche unter Wärmeentwicklung verlaufen, war, wie aus den in Kap. IV mitgeteilten Beobachtungstabellen hervorgeht, nach vorgenom-

mener Mischung der Substanzen sehr bald mit den Wägungen begonnen worden, und zwar meist schon am 3. oder 4. Tage. Da sie ferner nur eine Woche lang fortgesetzt wurden, also während einer Zeit, wo die durch die Reaktionswärme erfolgte Volumvergrößerung des Gefäßes noch nicht verschwunden war, so mußte das Gewicht desselben etwas zu leicht gefunden werden und bedurfte deshalb einer Korrektion. Die Größe dieser letzteren ließ sich aus den in Kap. III, C 1 b mitgeteilten Ergebnissen ableiten. Sie schwankte zwischen +0.010 und 0.042 mg, und es konnten dadurch die Resultate vieler älterer Reaktionsversuche berichtigt werden. Die näheren Angaben hierüber finden sich in Kap. IV. Wie aus der in Kap. V mitgeteilten Schlußtabelle über sämtliche Beobachtungen ersichtlich, sind durch diese stets positiven Korrektionen manche der direkt gefundenen kleinen Gewichtsabnahmen in Zunahmen übergegangen.

Endlich ist in bezug auf die in der ersten Arbeitsperiode gewonnenen Resultate zu bemerken, daß eine Korrektion derselben nicht ausführbar ist. Zunächst fehlt die Kenntnis des maximalen Versuchsfehlers, welcher für die damals angewandten großen ∩-Röhren von ungefähr 900 ccm Volum jedenfalls viel höher anzunehmen ist als ±0.03 mg, wie er sich für die später gebrauchten kleineren Gefäße ergeben hatte. Ferner waren früher die thermischen Nachwirkungen bei den großen Apparaten nicht untersucht worden. Aus diesen Gründen, wozu noch weitere am Ende des Berichtes über die erste Arbeitsperiode bereits erörterte hinzukommen, sind die Ergebnisse jener Zeit mit schwer zu schätzenden Unsicherheiten behaftet, und es erschien daher ratsam, sie nicht in die Schlußtabelle Kap. V aufzunehmen.

2. Ausführung neuer Reaktionsversuche.

Nachdem der Einfluß der thermischen Nachwirkung auf die bis dahin beobachteten Gewichtsänderungen erkannt worden war, wurden von den früheren Reaktionsversuchen noch diejenigen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat wiederholt, und zwar unter Anstellung von mehrere Wochen lang dauernden Wägungsreihen. Die zwei angestellten Prüfungen sind in Kap. IV 1, Versuch 4 und 5 beschrieben. Es zeigte sich, daß die Mittel der zu verschiedenen Zeiten nach Vornahme der Reaktionen ausgeführten Wägungen folgende Gewichtsänderungen lieferten:

	Versuch 4	Versuch 5
a) Wägungen nach 5 bis 10 Tagen	—0.012 mg	—0.013 mg,
b) » » 2 » 5 Wochen	+0.003 »	—0.008 » .

Während die unter a erhaltenen Resultate in beiden Fällen Gewichtsabnahmen darstellten, welche trotz ihres geringen Betrages sich vielleicht als zutreffend ansehen ließen, zeigen die mit b bezeichneten entgegengesetztes Vorzeichen und eine so kleine Größe, daß daraus mit Sicherheit auf völliges Konstantbleiben des Gewichts zu schließen ist.

Ferner wurde eine Reihe schon in der zweiten Arbeitsperiode begonnener Versuche über etwaige Gewichtsänderungen bei der Elektrolyse von Kadmiumjodid in größerem Umfange fortgesetzt. Sie finden sich in Kap. IV 9 ausführlich beschrieben.

Endlich sind im Jahre 1909 nach Abschluß aller bisherigen Arbeiten noch eine Anzahl Versuche über die Durchlässigkeit des Glases für Dämpfe ausgeführt worden. Ihre Beschreibung folgt in Kap. III, C 3b.

3. Schlußergebnisse.

Die in der Abhandlung III vom Jahre 1908 gezogenen Endresultate aller Arbeiten sind übereinstimmend mit denjenigen, welche in dem nachfolgenden Kap. V erörtert werden sollen.

Kapitel II.

Versuche anderer Beobachter.

Über die Frage, wie nahe das Gewicht einer chemischen Verbindung mit der Summe der Gewichte ihrer Bestandteile übereinstimmt, und ferner bei chemischen Umsetzungen das Gesamtgewicht der Körper konstant gefunden wird, sind teils vor Beginn meiner Arbeiten, teils während des Verlaufs derselben folgende Untersuchungen ausgeführt worden:

a) von J. S. Stas. Seine im Jahre 1865 veröffentlichten Bestimmungen des Atomgewichts des Jods durch direkte Jodsilbersynthese[1] hatten erkennen lassen, daß das Gewicht der Verbindung stets einige Milligramm weniger betrug als die Summe des abgewogenen Silbers und Jods, und zwar belief sich der Verlust auf $^1/_{20000}$ bis $^1/_{72000}$ der Gesamtmasse (etwa 60 bis 300 g), im Mittel aus fünf Versuchen auf $^1/_{40000}$. Dasselbe zeigte sich bei den Synthesen des Bromsilbers[2]. Die Differenzen konnten indes sehr wahrscheinlich Folge der angewandten komplizierten Operationen sein, indem das Silber in Silbersulfat, das Jod in Jodwasserstoff übergeführt, und der nach Vermischen dieser Verbindungen entstandene Jodsilberniederschlag durch Dekantation mit Wasser ausgewaschen wurde. Zwei weitere Versuche, welche Stas[3] über die Zersetzung des Silberjodats in Jodsilber und Sauerstoff angestellt hatte, wobei der letztere von einer gewogenen Menge erhitzten Kupfers aufgenommen wurde, lieferten folgende Zahlen:

Versuch	Angewandtes Silberjodat	Erhalten Jodsilber + Sauerstoff	Differenz
1	98.2681 g	98.2695 g	+1.4 mg = $^1/_{70000}$ der Masse,
2	156.7859 »	156.7839 »	−2.0 » = $^1/_{78000}$ » » .

Hier sind die Abweichungen noch kleiner als die bei den Synthesen des Jodsilbers beobachteten, außerdem ist die eine positiv, die andere negativ.

---

[1] Nouvelles Recherches sur les lois des proportions chimiques. Bruxelles 1865. S. 122—153. Tabelle S. 152. (Deutsche Übersetzung von Aronstein S. 152.) — Stas, Œuvres complètes. 1894. I, 581. — Die obigen Zahlen sind aus der von Stas gegebenen Tabelle berechnet.

[2] Nouv. Rech. 154—172. Tab. 171. (Aronstein 170.) Œuvres compl. I, 603.

[3] Nouv. Rech. 189, 190. (Aronstein 196, 197.) Œuvres compl. I, 623—625.

b) Von D. Kreichgauer. Unter dem Titel »Einige Versuche über die Schwere« veröffentlicht derselbe im Januar 1891 eine Arbeit[1], bei welcher zum ersten Male zugeschmolzene Glasgefäße Anwendung fanden, in denen zwei Substanzen erst getrennt und sodann nach ihrer chemischen Vereinigung gewogen wurden. Er wandte zwei gleich beschickte Gefäße *A* und *B* an, deren Volumdifferenz zur Berechnung des Gewichtes der verdrängten Luft bestimmt worden war, und ermittelte den nur wenige Milligramm betragenden Gewichtsunterschied nach den Methoden der Präzisionswägung. Über die Form der Gefäße, die Art, wie in denselben die beiden Substanzen anfänglich getrennt waren, und die Ausführung der mit starker Wärmeentwickelung verbundenen Reaktionen finden sich in der Abhandlung keine Angaben. Die Versuche bezogen sich auf die Vereinigung von Quecksilber mit Brom sowie Jod und ferner auf die Prüfung der Frage, ob sich bei Natriumazetat, wenn es aus dem geschmolzenen überkälteten Zustande in den kristallisierten umgewandelt wird, eine Gewichtsänderung bemerkbar macht. Es wurden folgende Resultate erhalten:

	Zahl der Wägungen	Gewichtsdifferenz $A-B$ Mittel	Mittlere Wägungsfehler	Gewichtsänderung
I. Quecksilber und Brom. Gesamtgewicht etwa 160 g.				
Vor der Vereinigung	3	9.310 mg	±0.008 mg	+0.003 mg
Nach der Reaktion in Gefäß *A* 1. Wägungsreihe	2	9.313	±0.010	
» » » » » 2. » [2]	4	9.344	±0.003	+0.008
» » » » » *B*	4	9.336	±0.006	
II. Quecksilber und Jod. Gesamtgewicht etwa 170 g.				
Vor der Vereinigung	3	1.470 mg	±0.004 mg	+0.003 mg
Nach der Vereinigung in Gefäß *B*	7	1.467	±0.003	
III. Natriumazetat. Etwa 300 g.				
Im flüssigen Zustande	3	−2.897 mg	±0.005 mg	+0.006 mg
Nach der Kristallisation in Gefäß *A*	2	−2.903	±0.005	

Die erhaltenen vier Änderungen betragen, nach der obigen Reihenfolge geordnet:

$$^1/_{53},\ ^1/_{20},\ ^1/_{57},\ ^1/_{50} \text{ Milliontel}$$

[1] Verh. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin. Sitzung vom 23. Jan. 1891. Jahrg. X. Nr. 2. S. 13—16.

[2] Ausgeführt nach neuer Volumbestimmung der Gefäße.

der angewandten Gewichtsmenge. Dieselben sind sehr viel kleiner als die von Stas erhaltenen Abweichungen, und da sie in den Bereich der Wägungsfehler fallen, haben die Versuche überhaupt keine Gewichtsänderungen nachweisen lassen.

Nach der 1893 erfolgten Veröffentlichung meiner ersten Arbeit über den vorliegenden Gegenstand erschienen, durch dieselbe veranlaßt, folgende weitere Untersuchungen:

c) F. Sanford und L. E. Ray[1] prüften 1897 die Reaktion zwischen ammoniakalischer Lösung von Silbernitrat und Traubenzucker unter Beibehaltung der von mir angewandten Methoden, jedoch mit geringerer Genauigkeit der Wägungen. Bei der Reduktion von etwa 60 g Silber ergaben 5 Versuche die Zahlen:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Beobachtete Gewichtsänderung	—0.05	—0.05	—0.03	+0.04	+0.08 mg,
Wahrscheinlicher Fehler der Wägung...	±0.07	±0.05	±0.07	±0.04	±0.04 mg.

Es traten somit positive und negative Abweichungen auf, und zwar von derselben Größenordnung wie die Wägungsfehler.

d) A. Heydweiller, damals in Breslau, publizierte 1901 eine ausführliche Arbeit[2] über Gewichtsänderungen bei einer Anzahl auf nassem Wege verlaufender Reaktionen. Er wandte, wie es bei meinen Versuchen geschehen war, ∩förmige Glasgefäße an, deren beide Schenkel nach dem Einfüllen der Substanzen zugeschmolzen wurden. Auch das übrige Verfahren war mit dem meinigen übereinstimmend, bis auf die Abweichung, daß man die beiden Gefäße nicht durch Zusatzkörper gleichvolumig machte, sondern ihre Volumdifferenz genau ermittelte und die Wägungen mittels Bestimmung der jeweiligen Luftdichte auf das Vakuum reduzierte. Das Gewicht eines fertiggestellten Apparates belief sich auf etwa 300 g und dasjenige der eingefüllten Substanzen + Wasser auf etwa 200 g. Der wahrscheinliche Fehler des Mittelwertes aus 3 bis 5 Einzelwägungen beträgt ±0.01 mg, und Heydweiller nimmt an, daß Gewichtsänderungen, welche den Betrag von 0.04 mg überschreiten, nicht mehr auf Versuchsfehler zurückzuführen sind.

---

[1] Physical Review vol. V. S. 247 (1897).

[2] Drudes Ann. d. Physik **5**, 394 (1901). Vorläufige Mitt. i. d. Physikal. Zeitschr. **1**, 527 (1900).

Es wurden die in der folgenden Tabelle verzeichneten Reaktionen untersucht:

Versuch Nr.	Beschickung der beiden Schenkel der Gefäße	Beobachtete Gewichtsänderung
	I. Eisen und Kupfersulfat.	
	a) Lösung neutral.	
1	(13.96 g Fe) (63.8 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 100 g Wasser	—0.026 mg
2	(13.96 g Fe) (63.1 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 100 g Wasser	+0.019
	b) Lösung alkalisch.	
3	(15 g Fe) (79.9 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 130 g Wasser mit Spur NaOH)	—0.217
4	(15 g Fe) (69.6 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 115 g Wasser mit 0.13 g NaOH)	—0.161
5	(18.3 g Fe) (98.0 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 103 g Wasser mit 0.23 g NaOH)	—0.176
	c) Lösung sauer.	
6	(15 g Fe) (69.6 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 114.2 g Wasser mit 0.36 g H_2SO_4)	—0.097
7	(18.3 g Fe) (103.2 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 92 g Wasser mit 0.06 g H_2SO_4)	—0.158
	II. Lösen von Kupfervitriol in Wasser.	
8	(62 g aus alkalischer Lösung kristallisiertes Salz) (151 g Wasser)	—0.029
9	(62 g gewöhnliches Kupfervitriol) (147 g Wasser)	—0.126
10	(50 g gewöhnliches Salz) (150 g Wasser enthaltend 7.3 g H_2SO_4)	—0.081
11	(50 g gewöhnliches Salz) (150 g Wasser enthaltend 3.7 g H_2SO_4)	—0.072
	III. Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure.	
12	(38 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 110 g Wasser) (2.37 g H_2SO_4 + 10 g Wasser)	+0.014
	IV. Mischen von Kupfersulfatlösung mit Kalilauge.	
	(38 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 110 g Wasser) (2.25 g KOH + 10 g Wasser)	
13	nach halbem Zusatz der Kalilauge	—0.037
14	nach ganzem Zusatz der Kalilauge	—0.092
	(33 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 92 g Wasser) (10.04 g KOH + 40 g Wasser)	
15	nach vollständiger Vermischung in Gefäß *A*	—0 068
16	nach halber Vermischung in Gefäß *B*	—0.059
17	nach ganzer Vermischung in Gefäß *B*	—0.080
18	(34.4 g $CuSO_4 \cdot 5\,aq$ + 99.5 g Wasser) (13.4 g KOH + 15 g Wasser)	—0.045
	V. Essigsäure und Ammoniak.	
19	(49.7 g $C_2H_4O_2$ + 87.5 g Wasser) (15.3 g NH_3 + 123.7 g Wasser)	—0.034
20	(50.4 g $C_2H_4O_2$ + 88.5 g Wasser) (15.6 g NH_3 + 125.9 g Wasser)	—0.026
	VI. Baryumchlorid und Schwefelsäure.	
21	(20.0 g $BaCl_2$ + 100 g Wasser) (9.7 g H_2SO_4 + 40.3 g Wasser)	—0.016

Im allgemeinen ließen die Versuche erstens das Auftreten viel größerer Gewichtsänderungen ersehen, als die Beobachtungen Kreichgauers ergeben hatten. In 13 unter 21 Fällen bewegen sie sich zwischen 0.045 und 0.217 mg, und überragen meistens bedeutend den maximalen Versuchsfehler von ±0.04 mg. Zweitens ist es auffallend, daß von den 21 Versuchen 19 eine Gewichtsabnahme und nur 2 eine Zunahme geliefert haben. In bezug auf beide Verhältnisse zeigten somit die Resultate Heydweillers Ähnlichkeit mit denjenigen, welche bei meiner ersten in den Jahren 1890 bis 1892 ausgeführten Versuchsreihe aufgetreten waren.

Hinsichtlich der einzelnen Reaktionen läßt sich aus der Tabelle folgendes ersehen:

I. Die Umsetzung zwischen Fe und $CuSO_4$ verlief ohne nachweisbare Gewichtsänderung, wenn der angewandte Kupfervitriol säurefrei war (Versuch 1, 2), dagegen trat eine weit über die Versuchsfehler (0.04 mg) hinausgehende Abnahme ein, wenn die Lösung nur eine sehr kleine Menge Alkali (Versuch 3, 4, 5) oder Schwefelsäure (Versuch 6, 7) enthielt. Die Wirkung dieser Substanzen ist rätselhaft.

II. Beim Lösen von säurefreiem Kupfervitriol in Wasser zeigt sich abermals kaum eine Verminderung (Versuch 8), wohl aber eine starke bei Anwendung von gewöhnlichem Salz (Versuch 9) oder nach Zusatz von Schwefelsäure (Versuch 10, 11).

III. Beim Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure fand keine Gewichtsänderung statt (Versuch 12).

IV. Die Zersetzung von Kupfersulfat durch Kalilauge (Versuch 13 bis 18) war immer von einer Gewichtsabnahme begleitet, welche bei teilweiser Vermischung der Flüssigkeiten kleiner ist als bei vollständiger (Versuch 13, 14 und 16, 17).

V. Die kleine Gewichtsänderung, welche beim Neutralisieren von Essigsäure mit Ammoniak auftrat (Versuch 19, 20), bleibt innerhalb der Versuchsfehler (0.04 mg).

VI. Bei der Zersetzung von $BaCl_2$ durch H_2SO_4 ist dasselbe der Fall.

Wie Heydweiller hervorhebt, läßt sich gar kein Zusammenhang der Gewichtsänderungen mit andern bei der Reaktion auftretenden physikalischen und chemischen Vorgängen auffinden, sie zeigen sich sowohl bei Vermehrung (Gruppe II) wie Verminderung (IV, VI) der elektrolytischen Dissoziation, Dichte (II, VI), und magnetischen Permeabilität (I).

Zu den Versuchen Heydweillers machte Lord Rayleigh[1] die Bemerkung, daß in den Gefäßen vor der Umwandlung nicht immer ein Gleichgewichtszustand vorhanden gewesen sei, so z. B. bei Gruppe II, wo in dem einen Schenkel fester Kupfervitriol, im andern Wasser sich befand. Es konnten hierbei durch fortwährendes Überdestillieren des Wassers Temperaturänderungen eintreten, welche die Gewichtsbestimmung möglicherweise beeinflussen. In einer Entgegnung Heydweillers[2] weist derselbe darauf hin, daß, wenn hierin die Ursache der bei den Versuchen 9 bis 11 beobachteten Gewichtsabnahmen läge, die Wirkung sich dann auch bei Versuch 8 hätte zeigen müssen, wo aber keine wesentliche Änderung auftrat.

e) J. Joly[3] in Dublin hat 1903 auf ganz andere Weise versucht, ob beim Lösungsvorgang von Kupfervitriol in Wasser eine Änderung der Masse zu beobachten ist. Kurz angedeutet, bestand das Verfahren darin, daß an einem Ende einer Drehwage ein die beiden Substanzen anfangs getrennt enthaltendes Glasgefäß aufgehängt und, wenn mittags oder mitternachts die Arme senkrecht zur Richtung der Erdbewegung standen, die Lösung vollzogen wurde. Es mußte Beschleunigung eintreten, wenn Masse verschwand, und umgekehrt. Von 14 Beobachtungen sprachen 8 entschieden und 3 weniger deutlich für Massenabnahme, 2 waren dagegen und die letzte zweifelhaft.

f) In das Jahr 1903 fallen noch einige von G. Kahlbaum[4] ausgeführte Versuche, betreffend die Frage, ob bei der Umwandlung der grauen Modifikation des Zinns in die weiße und umgekehrt eine Gewichtsänderung bemerkbar ist. Die Wägungen ließen eine solche nicht erkennen.

g) Von A. Lo Surdo[5] in Messina ist 1904 eine sorgfältige Untersuchung der Reaktion zwischen Eisen und Kupfersulfat ausgeführt worden. Er wandte ∩-Gefäße aus Thüringer Glas an, welche, wie bei Heydweillers Versuchen, einesteils etwa 15 g Eisenpulver enthielten, andernteils etwa 80 g Kupfervitriol und 200 bis 250 g Wasser, welches mit einer kleinen Menge Ätznatron versetzt war. Das durch Zusatzkörper auf 0.004 bis 0.023 ccm ausgeglichene äußere Volum der Apparate wurde vor und nach

---

[1] Nature **64**, 181 (1901).
[2] Physik. Zeitschr. **3**, 425 (1902).
[3] On the conservation of mass. R. Dublin Soc. Trans. Ser. II, 8 23—52 (1903).
[4] Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch. zu Basel **16**, 441 (1903).
[5] Nuovo Cimento. Ser. V, vol. 8 (1904).

der Reaktion bestimmt, wobei sich die nachstehend verzeichneten Änderungen ergaben. Die Wägungen geschahen mittels einer mit Spiegelablesung versehenen Wage von Sartorius in Göttingen (Empfindlichkeit 20 bis 30 Skalenteile pro Milligramm), welche die Einrichtung besaß, daß die Gefäße nicht nur umgewechselt, sondern auch geneigt werden konnten, wodurch sich die Reaktion innerhalb des Wagekastens ausführen ließ, ohne Berührung des Glases. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 6 bis 7 Einzelwägungen betrug ±0.003 bis ±0.007 mg, in einem Falle ±0.012 mg.

Fünf Versuche ergaben folgende Resultate:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Gewichtsänderung	+0.008	—0.008	—0.008	+0.013	+0.003 mg,
Volumänderung	+0.011	+0.002	+0.008	+0.003	—0.006 ccm.

Da die Versuchsfehler im ganzen auf höchstens 0.02 mg zu schätzen sind, so liegen die Gewichtsänderungen vollständig innerhalb dieser Grenze, und sie würden sich auch durch Anbringung einer durch die Volumänderung der Gefäße bedingten Korrektion nur unwesentlich ändern.

Ferner wurden von A. Lo Surdo[1] 1906 zwei Versuche veröffentlicht über die Reaktion zwischen Silbernitrat und Ferrosulfat, wobei die Menge des abgeschiedenen Silbers etwa 40 g betrug. Die für die beiden ∩förmigen Gefäße *A* und *B* erhaltenen Zahlen sind:

Reaktion in Gefäß		Gewichtsdifferenz *A*—*B* (Mittel aus 6 Wägungen)	Wahrscheinlicher Fehler des Mittels	Entstandene Gewichtsänderung
A	Vor der Reaktion	3.837 mg	± 0.007 mg	+0.006 mg
	Nach der Reaktion	3.843	± 0.006	
B	Vor der Reaktion	3.848	± 0.007	+0.011
	Nach der Reaktion	3.837	± 0.008	

Auch bei diesen Versuchen wurde vor den betreffenden Wägungen die Volumdifferenz der Gefäße jedesmal bestimmt und der den Änderungen entsprechende verschiedene Luftauftrieb berechnet. Es ergab sich:

---

[1] Nuovo Cimento. Ser. V, vol. 12 (Nov. Dec. 1906).

Reaktion in Gefäß		Volumdifferenz $A—B$	Volumänderung	Entsprechende Gewichtskorrektion
A	Vor der Reaktion	0.025 ccm	—0.003 ccm	—0.004 mg
	Nach der Reaktion	0.022		
B	Vor der Reaktion	0.022	—0.007	—0.009
	Nach der Reaktion	0.029		

Diese Korrektion dürfte aber innerhalb der Beobachtungsfehler liegen und auf die in der obigen Tabelle angegebenen Gewichtsänderungen keinen wesentlichen Einfluß ausüben.

Kapitel III.

Angewandte Methoden.

A. Apparate und Behandlung derselben.

1. Verfahren im allgemeinen.

Zur Prüfung der fraglichen Änderungen des Gesamtgewichtes bei chemischen Reaktionen sind, wie schon Kap. I, B erwähnt, durchweg folgende Methoden in Anwendung gekommen: Von zwei einer Umsetzung auf nassem Wege fähigen Substanzen wurden abgewogene Mengen nebst Wasser getrennt in die beiden Abteilungen der nachfolgend beschriebenen Glasgefäße gebracht und die Einfüllöffnungen zugeschmolzen. Man stellte stets zwei solcher Apparate A und B her, welche sodann in bezug auf Gewicht und äußeres Volum durch Beifügung von Zusatzkörpern aus Glas und Platin soweit ausgeglichen wurden, daß A nur einige Milligramm schwerer war als B und der Volumunterschied weniger als etwa 0.03 ccm betrug. Nach dem Stellen der Gefäße auf die beiden Schalen der Wage bestimmte man nun durch eine Anzahl an verschiedenen Tagen ausgeführter Präzisionswägungen die anfängliche Gewichtsdifferenz $A - B$ mit einer Genauigkeit von einigen tausendstel Milligramm. Sodann wurde die Reaktion zunächst in Apparat A ausgeführt, wozu man denselben aus dem Wagengehäuse nahm, und durch Neigen, Horizontallegen oder auch Schütteln die Vermischung der beiden Substanzen bewerkstelligte. Nach dem Zurückbringen des Gefäßes folgte eine zweite Wägungsreihe zur Bestimmung der jetzigen Gewichtsdifferenz $A - B$. Hierauf nahm man in gleicher Weise die Reaktion in Apparat B und schließlich die dritte Wägungsreihe vor. Es fand also immer doppelte Ausführung des Versuchs statt. Da A stets schwerer war als B, so entsprach in der ersten Versuchshälfte Abnahme der Differenz $A - B$ gegen die anfängliche einer Gewichtsverminderung des Apparates A. In der zweiten Versuchshälfte mit Gefäß B mußte sodann die Differenz $A - B$ wieder größer werden und dem anfänglichen Wert nahezu gleichkommen. Wenn umgekehrt die erste Reaktion Zunahme von $A - B$ und die zweite Rückgang auf die ursprüngliche Größe bewirkte, so hatten beide Apparate Gewichtsvermehrung erfahren.

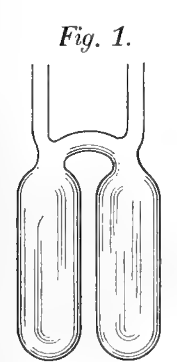
Die Versuche erforderten stets die Bestimmung sehr kleiner Gewichtsunterschiede von der Größenordnung der hundertstel und tausendstel Milligramm bei Belastungen von etwa 500 g. Dies machte nicht nur den Gebrauch höchst genauer Wagen nötig, sondern auch die Beachtung einer großen Zahl von Versuchsfehlern, welche teils durch die Wägung, teils durch die Gefäße und ihre Behandlung hervorgebracht werden konnten. Dieselben finden in den nachfolgenden Abschnitten eine ausführliche Erörterung.

2. Reaktionsgefäße.

Bei den seit dem Jahre 1901 mit Hilfe der Rueprechtschen Präzisionswage (Tragkraft 600 g) ausgeführten Versuchen kamen folgende Gefäße in Anwendung:

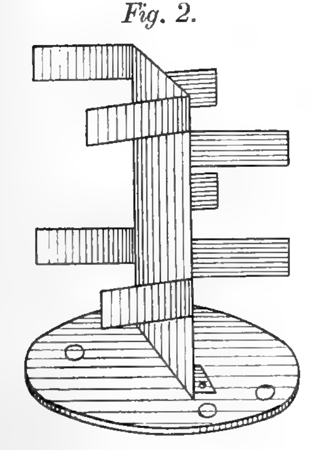
a) In den meisten Fällen wurden ∩förmige Röhren (Fig. 1) benutzt, welche 1901 aus Jenaer Geräteglas von Glasbläser R. Burger angefertigt waren. Die beiden vertikalen Schenkel hatten 10 cm Länge und 5 cm Durchmesser. An dem oberen gebogenen Verbindungsstück von etwa 2 cm Weite saßen die beiden Einfüllröhren von 7 mm Durchmesser, welche nach der Beschickung des Gefäßes in Spitzen ausgezogen und zugeschmolzen wurden.

Fig. 1.



Gewicht der leeren Gefäße	105—115 g
» » Füllung inklusive Wasser	250—350 »
» » gefüllten Gefäße	360—465 »
äußeres Volum der Gefäße	400—450 ccm
äußere Glasoberfläche etwa	450 qcm

Fig. 2.

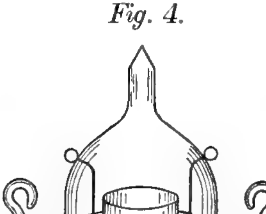


Behufs der Wägung wurden die ∩-Röhren in Stative von der Form Fig. 2 eingesetzt, welche aus Messingblech hergestellt und galvanisch vergoldet waren. Die auf beiden Seiten der senkrechten Platte befindlichen 4 federnden Arme hielten die Schenkel der ∩-Gefäße eingeklemmt. Die Stative stammten aus der Rueprechtschen Werkstatt, und es waren je zwei zusammengehörige in ihrem Gewicht bis auf 1 mg ausgeglichen. Da die Stative etwa 44 g wogen, stieg mit dem eingesetzten Glasgefäß die Schalenbelastung der Wage auf 400 bis 500 g.

b) Eine zweite Form, Fig. 3, in der Folge als 0-Gefäße bezeichnet, bestand aus einem 12 cm hohen und 7 cm weiten Glaszylinder *A*, am Boden geschlossen und oben in eine Einfüllröhre ausgehend. Am Boden von *A* war ein oben offener Glasbecher *B* von 8 cm Höhe und 5 cm Weite angeschmolzen, wodurch ein ringförmiger Zwischenraum entstand, in welchen die eine der Reaktionssubstanzen eingefüllt wurde, während die andere in das Innere des Bechers *B* kam. Schließlich umgab den Zylinder *A* noch ein größerer geschlossener Dewarscher Glasmantel *C* von 13 cm Höhe und 8 cm Durchmesser mit luftleer gepumptem Raum zwischen *A* und *C*. Hierdurch blieb das Volum des äußeren Gefäßes *C* unberührt von den Volumänderungen, welche das Gefäß *A* infolge der Reaktionswärme erleiden konnte. Gewicht der gefüllten Gefäße 450—550 g (Füllung 170—260 g), äußeres Volum etwa 600 ccm, äußere Glasfläche etwa 350 qcm. Zu den Wägungen kamen die Gefäße in Messingstative zu stehen, welche ähnlich dem in nachstehender Fig. 4 abgebildeten konstruiert waren, jedoch einen größeren Durchmesser besaßen. Das Gewicht derselben betrug etwa 79 g, somit die Schalenbelastung der Wage 530 bis 630 g.

Fig. 3.

Fig. 4.



Beim Zentrieren dieser Apparate in ihrem Stativ nach dem in Kap. III, B, 4b beschriebenen Verfahren zeigten sich Schwierigkeiten trotz ihrer symmetrischen Form. Sie sind deshalb nur bei wenigen Versuchen (s. Kap. III, D, ferner Kap. IV, 1, 10) angewandt worden.

c) Zu den später in Kap. IV, 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodid hatten zylindrische Glasgefäße von 12 cm Höhe und 4 cm Durchmesser gedient. Äußeres Volum 223 ccm, Mantelfläche 230 qcm. Wie Fig. 4 darstellt, standen dieselben in einem Messingstativ, bestehend aus einer runden Bodenplatte mit 4 auf derselben befestigten Säulen, deren jede 2 Stellschrauben trug.

d) Bei einigen Versuchen wurden aus Quarzglas hergestellte ∩förmige Gefäße benutzt, welche von Hrn. Heraeus in Hanau geliefert worden

waren. Sie hatten dieselbe Größe wie die unter a) angeführten Röhren aus Glas, besaßen aber nur eine einzige Einfüllöffnung an der obersten Stelle des Bogens. Diese wurde anfangs auf die Weise geschlossen, daß man eine Korkscheibe einsenkte und darüber eine geschmolzene Mischung aus 3 Teilen Kolophonium und 1 Teil Wachs goß. Später wurde die Öffnung zu einem Röhrchen gestaltet, dessen Spitze sich mittels des Knallgasgebläses zuschmelzen ließ. Da die Ausdehnung des amorphen Quarzes bedeutend geringer ist als diejenige des Glases, so ließ sich von diesen Gefäßen bei Reaktionen, welche mit Wärmeentwicklung verknüpft sind, eine vorteilhafte Unveränderlichkeit des Volums erwarten. Die Quarzapparate sind jedoch nur wenig benutzt worden (s. Kap. III, D und Kap. IV, 5, 10), weil wegen ihrer sehr dünnen Wandung zu befürchten war, daß schon eine kleine Druckänderung im Innern (s. Kap. III, C 2) von Einfluß auf ihr Volum sein könne und sie sich ferner als leicht zerbrechlich erwiesen hatten.

e) Endlich kamen auch ∩-Röhren aus Geräteglas von der Größe der mit a) bezeichneten in Anwendung, deren innere Fläche mit einer etwa 1 mm dicken Schicht Paraffin (Schmelzpunkt 54°) überzogen worden war. Veranlassung hierzu hatte der einigemal beobachtete Übelstand ergeben, daß Glasgefäße sich nicht als vollständig dicht erwiesen (s. Kap. III, C 3). Röhren dieser Art sind bei den in Kap. III, D und Kap. IV, 1, 2 beschriebenen Versuchen benutzt worden.

∩-Gefäße von bedeutend größeren Dimensionen waren bei den während der Jahre 1890 bis 1892 ausgeführten Versuchen angewandt worden, unter Benutzung der in Kap. III, B 1 beschriebenen Stückrathschen sowie einer älteren Rueprechtschen Wage, welche beide über 1 kg Tragkraft besaßen. Die damals aus Thüringer Natronglas verfertigten Gefäße hatten die ∩-Form Fig. 1 mit 18 cm langen und 5 cm weiten Schenkeln, ihr äußeres Volum betrug 880—930 ccm und die Glasoberfläche 750—790 qcm. Das Gewicht der gefüllten Apparate schwankte zwischen 700 und 980 g, und bei der Wägung mit dem dazugehörigen Metallstativ (75 g) erhöhte sich die Schalenbelastung auf 775—1055 g.

Vor dem Gebrauche der Glasgefäße wurde zunächst bei einer größeren Anzahl durch Auswägen mit Wasser das innere Volum bestimmt, und sodann paarweise die am nächsten miteinander übereinstimmenden zusammengelegt. Um die äußere Glasoberfläche alkaliärmer und dadurch weniger hygroskopisch zu machen, tauchte man hierauf die Gefäße einige

Tage lang in verdünnte Schwefelsäure und nachher in wässeriges Ammoniak. An der so behandelten Glasfläche ließ sich später mittels der Myliusschen Jodeosinprobe[1] kein Alkali mehr nachweisen.

3. Beschickung der Gefäße.

Nach dem Abwägen der einer gegebenen Reaktionsgleichung entsprechenden Mengen der Substanzen wurden dieselben mittels langhalsiger Trichter in die beiden Abteilungen der Gefäße eingefüllt, teils in gepulvertem Zustande, teils in Lösung. Die zugegebenen Wassermengen sind stets so bemessen worden, daß beide Schenkel der ∩-Röhren gleiche Belastung erhielten. Bei den Versuchen über die Lösung von Salzen (Kap. IV, 10) trat oft der Fall ein, daß das Gewicht des nötigen Wassers erheblich größer war als dasjenige des Salzes. Es wurde sodann dem letzteren zur Gewichtsausgleichung noch indifferente Körper, wie kleine böhmische Granaten oder Iserinkörner, seltener Quecksilber, zugefügt. Sämtliche Wägungen, zu denen eine Tarierwage diente, sind bis auf Zentigramme vorgenommen worden.

In manchen Fällen, namentlich bei Lösungsversuchen, überdeckte man die Flüssigkeitsoberfläche in einem oder auch beiden Schenkeln der ∩-Röhren mit einer Schicht Paraffinöl, um Verdampfung und dadurch vorzeitigen Eintritt der Reaktion zu verhüten.

4. Ausgleichung der Gefäßpaare in bezug auf Gewicht und Volum.

Zu den betreffenden Arbeiten benutzte man eine ältere aus der Rueprechtschen Werkstatt stammende Wage von 1 kg Tragkraft und 1 mg Empfindlichkeit, welche für hydrostatische Wägungen eingerichtet worden war. Auf die linke Schale kam eine Metallplatte zu liegen, an deren Enden sich zwei vertikale Stangen befanden, die durch Öffnungen in der Bodenplatte des Gehäuses hindurchgingen und unten durch einen Bügel vereinigt waren. An dem letzteren wurden mittels eines dünnen Nickeldrahtes die zu wägenden Apparate aufgehängt. Man bestimmte nun das Gewicht der zusammengehörigen Gefäße *A* und *B* nacheinander zuerst in Luft und sodann in Wasser von genau gleicher Temperatur. Dasselbe befand sich

---

[1] Ber. d. chem. Gesellsch. **22**, I, 310 (1889). — Zeitschr. f. Instrumentenkunde **9**, 59 (1889)

in einem großen unterhalb der Wage stehenden Glaszylinder, welcher sich horizontal verschieben ließ. Selbstverständlich wurden alle nötigen Vorsichtsmaßregeln beachtet, wie gleichzeitiges längeres Liegen der Gefäße in dem Wasser zur Erlangung übereinstimmender Temperatur, Entfernung anhängender Luftblasen usw. Die hydrostatischen Wägungen ließen sich bis auf 1 mg genau ausführen, und es gaben wiederholte Bestimmungen der Volumdifferenz zweier Apparate, auch wenn sie bei wechselnden Temperaturen (16—19°) vorgenommen wurden, Abweichungen bis zu höchstens 0.02 ccm.

Nach der Bestimmung des Gewichts- und Volumunterschiedes zweier Reaktionsgefäße *A* und *B* war nun die Ausgleichung derselben durch Beigabe von Zusatzkörpern vorzunehmen. Die letzteren wurden aus Platin und Glas hergestellt; sie mußten immer klein ausfallen, da man schon anfänglich *A* und *B* möglichst gleich groß gewählt hatte. Zur Anfertigung der Glaskörper dienten dünnwandige Röhren von 5 bis 10 mm Durchmesser; ein Stück von einigen Zentimetern Länge wurde zunächst an einem Ende zu einem kleinen Ring geformt, um den Körper später mittels Platindraht an die Apparate hängen zu können, und das andere Ende zu einer langen Spitze ausgezogen (in der Kap. III, B 4 b vorhandenen Fig. 6 stellt *v* einen solchen Glaskörper dar). Man bestimmte nun das äußere Volum des anfänglich zu groß hergestellten Gefäßes durch Eintauchen in eine Zehntel-Kubikzentimeter angebende, zum Teil mit Wasser gefüllte Meßröhre und verkürzte die nach oben gerichtete Spitze an der Stelle, wo das gewünschte Volum erreicht war. Sodann wurde der Körper gewogen und zur Gewichtsausgleichung dem anderen Apparat eine entsprechende Menge Platindraht zugegeben, oder es mußte in gewissen Fällen der Hohlkörper noch beschwert werden, was durch Einfüllen von Quarzsand oder Kupferfeile in die noch offene Spitze geschah. Diese ersten den Apparaten *A* und *B* beigefügten Zulagen waren sodann zu ändern, bis eine genügende Ausgleichung erreicht war. Zuletzt wurde die Spitze des Hohlkörpers zugeschmolzen und das genaue Volum des letzteren mittels einer kleinen hydrostatischen Wage bestimmt. Das Volum des angewandten Platindrahtes oder Bleches berechnete man aus dem Gewicht desselben durch Division mit der Dichte = 21.5.

Als Beispiel für dieses oft sehr zeitraubende Verfahren möge die Ausgleichung der Apparate angeführt werden, welche zu den in Kap. IV, 9

beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodid gedient hatten:

Ursprüngliche Gefäße.

	Gewicht	Volum bei 17.50°
A	378.263 g	236.630 ccm
B	378.086 »	233.578 »

$$A - B = +0.177 \text{ g} + 3.052 \text{ ccm.}$$

Der zunächst angefertigte Glashohlkörper für *B* zeigte in der Meßröhre das Volum 3.5 ccm und besaß das Gewicht 2.063 g. Um letzteres auszugleichen, mußte dem Gefäß *A* ungefähr dieselbe Menge Platin zugegeben werden. Man hatte dann als:

Erste Annäherung

Apparat *A*	Gewicht	Volum	Apparat *B*	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	2.060 »	0.096 »	Glaskörper	2.063 »	3.5 »
	380.323 g	236.726 ccm		380.149 g	237.078 ccm.

$$A - B = +0.174 \text{ g} - 0.352 \text{ ccm.}$$

Der Platindraht zu *A* sowie der Glaskörper zu *B* wurden verkleinert. Dies gab als:

Zweite Annäherung

Apparat *A*	Gewicht	Volum	Apparat *B*	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	1.847 »	0.086 »	Glaskörper	2.002 »	3.25 »
	380.110 g	236.716 ccm		380.088 g	236.828 ccm.

$$A - B = +0.022 \text{ g} - 0.112 \text{ ccm.}$$

Der Glaskörper zu *B* war nochmals durch Abnehmen der Spitze zu verkleinern, und das dadurch verminderte Gewicht durch Platindraht zu ersetzen, welcher zugleich zum Anhängen des Körpers am Gefäß zu dienen hatte. Demzufolge mußte auch die Menge des Platindrahtes an *A* etwas vergrößert werden. Nach der genauen Volumbestimmung des Glaskörpers mittels der kleineren hydrostatischen Wage wurde erhalten als:

Dritte Annäherung

Apparat *A*	Gewicht	Volum	Apparat *B*	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	1.895 »	0.088 »	Glaskörper	1.760 »	3.110 »
	380.158 g	236.718 ccm	Platindraht	0.309 »	0.014 »
				380.155 g	236.702 ccm.

$$A - B = \text{etwa } 3 \text{ mg} + 0.016 \text{ ccm},$$

womit die Ausgleichung für genügend erachtet wurde.

Wie aus den vielen in Kap. III D und Kap. IV angeführten Versuchen ersichtlich, betrug nach der Ausgleichung die Volumdifferenz zweier Apparate häufig nur einige Tausendstel Kubikzentimeter und stieg höchstens bis zu 0.03. Aber auch in dem letzten Falle entstand durch den etwas ungleichen Auftrieb der beiden Gefäße kein in Betracht kommender Wägungsfehler; denn selbst wenn während einer Versuchsreihe das Gewicht eines Kubikzentimeters Luft zwischen den äußersten Grenzen 1.15 und 1.25 mg geschwankt hätte, würden die entsprechenden Auftriebsänderungen doch stets unterhalb 0.003 mg liegen. Variiert das Luftgewicht nur zwischen 1.19 und 1.22 mg, wie es bei den in Kap. III D, Reihe 1 mitgeteilten Versuchen der Fall war, so bleibt für die Volumdifferenz von 0.03 ccm der Einfluß auf die Wägung sogar unter 0.001 mg.

In den wenigen Fällen, wo der Volumunterschied der Apparate einen größeren Betrag erreichte, wie z. B. 0.082 ccm bei den Versuchen Kap. III, D 1, wurde die Reduktion der Wägungen auf das Vakuum vorgenommen und hierzu das Gewicht λ von 1 ccm feuchter Luft in Milligrammen aus dem herrschenden Barometerstand H und der Temperatur t nach der von F. Kohlrausch[1] gegebenen Formel:

$$\lambda = \frac{1.295}{760} \frac{H}{1 + 0.004 \cdot t}$$

berechnet. Das bezeichnete Beispiel läßt erkennen, daß selbst bei der betreffenden großen Volumdifferenz die Korrektionswerte noch zu klein waren, um einen Einfluß auf das Endresultat der Versuche auszuüben.

[1] Lehrbuch d. prakt. Physik 10. Aufl. S. 80 (1905) — 11. Aufl. S. 81 (1910).

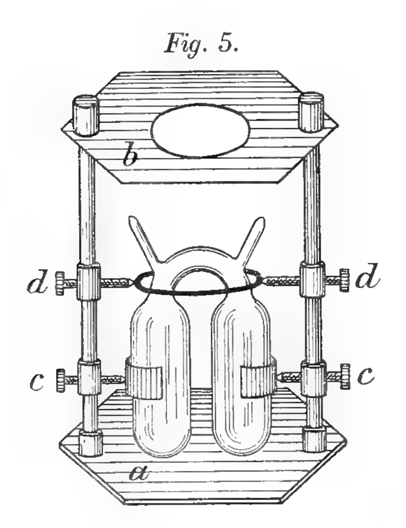
5. Ausführung der Reaktion.

Hierzu mußten die Apparate nebst ihren zugehörigen Metallstativen zunächst aus dem Wagengehäuse genommen werden. Bei den ∩-Gefäßen geschah dies auf die Weise, daß man unter den oberen Bogen derselben einen Doppelhaken aus poliertem Stahl schob, welcher am Ende einer mit Handgriff versehenen Stange angebracht war. Zum Transport der 0-Gefäße befanden sich am oberen Ende der zugehörigen Metallstative zwei Ringe, wie aus der in Kap. III, A 2 c gegebenen Zeichnung Fig. 4 ersichtlich ist; diese wurden mittels einer halbkreisförmigen Gabel angefaßt, deren Enden in Haken ausgingen.

Bei den ersten in den Jahren 1890—1892 ausgeführten Versuchen waren die Glasgefäße mit der Hand unter Benutzung weißer Handschuhe angefaßt worden. Später wurden die letzteren weggelassen und so verfahren, daß man die zuerst mit Seife gereinigten Finger mit Alkohol abspülte und diesen verdunsten ließ, ohne ein Handtuch zu gebrauchen, da dasselbe Fasern abgeben konnte. So behandelte Finger hinterlassen auf einer blanken Glasfläche nicht den mindesten Abdruck.

Zur Vornahme der Reaktion wurden die ∩-Apparate teils mit, teils ohne ihre Zusatzteile in ein Metallstativ gesetzt, dessen Form aus Fig. 5 ersichtlich ist. Zwei übereinanderliegende sechskantige Messingplatten *a* und *b* waren durch Stangen verbunden, an welchen sich unten zwei federnde Klammern *cc* befanden, zwischen welchen die ∩-Röhren sich einsetzen ließen. Sodann schob man von oben die mit Schlitz versehene Platte *dd* über den Hals des Gefäßes, das nun vollständig festgehalten war. Durch Horizontallegen des ganzen Stativs auf die verschiedenen Kanten der Endplatten konnten die beiden Schenkel der ∩-Röhren entweder in gleicher Ebene oder um 45° geneigt oder endlich übereinandergestellt werden, wodurch eine ungleich rasche Vermischung der beiden Flüssigkeiten erfolgte. Bei den 0-Gefäßen erreichte man dies teils dadurch, daß man sie horizontal legte, teils auch einen kleinen Messing-

Fig. 5.



dreifuß in umgedrehter Lage aufstellte. Während der Dauer der Reaktion waren die Apparate mit einer Glasglocke bedeckt.

Um eine Erhitzung der Glasgefäße möglichst zu vermeiden, wurden die Reaktionen stets langsam im Verlauf von mindestens zwei Tagen vollzogen, entweder durch geeignete Stellungen des Stativs oder portionenweise Vermischung der Substanzen. Über die trotzdem erfolgten Erwärmungen finden sich bei den speziellen Versuchen die näheren Angaben.

B. Wagen und Wägungsmethoden.

1. Angewandte Wagen.

Zu sämtlichen in der 2. und 3. Arbeitsperiode, d. h. vom Jahre 1901 an, ausgeführten Versuchen hatte eine Wage gedient, welche in der rühmlichst bekannten Werkstatt von Alb. Rueprecht in Wien angefertigt worden war, und zwar mit Rücksicht auf die hier vorliegenden speziellen Bedürfnisse. In dem verdienstvollen Werke von W. Felgenträger, Theorie, Konstruktion und Gebrauch der feineren Hebelwage (B. G. Teubner, Leipzig. Berlin 1907), findet sich eine Abbildung (Fig. 106, S. 218) sowie Beschreibungen einzelner Teile derselben. Sie hatte eine Tragfähigkeit von 600 g, der ganze Messingbalken eine Länge von 30 cm. Die automatische Umwechslung der Belastungen, Transport derselben auf die Schalen, Auslösung der Schalen und des Balkens mittels 4 Führungsstangen wurden aus 3 m Entfernung bewirkt, die Spiegel- und Fernrohrablesung aus der gleichen Distanz. Die Empfindlichkeit für 1 mg bei 500 g Belastung auf jeder Schale betrug 35 bis 38 Skalenteile (mm), von welchen sich noch Zehntel mit Sicherheit ablesen ließen. Schwingungsdauer zwischen zwei Umkehrpunkten 35 Sekunden.

Die an beiden Seiten der Wage auf die Gehänge niedersenkbaren Gewichtssätze umfaßten 6 Stücke von den Nominalbeträgen

120, 121, 122, 124, 125.5, 126 mg,

durch deren Kombination alle Belastungen von 0.5 bis 9.5 mg, steigend um 0.5 mg, sich herstellen ließen. Sie bestanden aus ringförmig gebogenem Platindraht und konnten einzeln durch einen von der Außenseite des Wagekastens dirigierbaren Mechanismus auf die Gehänge niedergelassen oder

emporgehoben werden[1]. Dazu war es allerdings nötig, auf einige Sekunden an das Wagengehäuse heranzutreten, was aber zufolge der das letztere umgebenden Wärmeschutzschirme von keinem Nachteil sein konnte.

Da die bei der Reaktion auftretenden Gewichtsänderungen immer sehr klein waren und selten den Betrag von 0.1 mg überschritten, so konnten die zu einem Versuche nötigen drei Wägungsreihen stets unter Benutzung der gleichen Gewichtsstücke vorgenommen werden. Aus diesem Grunde war es nicht nötig, die absoluten Werte der 12 Platingewichte zu bestimmen; nach der Versicherung des Hrn. Rueprecht sollten übrigens die Fehler derselben so klein sein, daß sie außer Betracht bleiben konnten.

Bei der ersten während der Jahre 1890—1892 verlaufenen Arbeitsperiode kamen folgende Wagen in Anwendung:

a) Eine von P. Stückrath in Berlin verfertigte Präzisionswage mit Vorrichtungen zur selbsttätigen Umwechslung der Belastungen, Niedersenken von Reitergewichten auf die Endgehänge und Balkenauslösung von außen auf $1\frac{1}{2}$ m Entfernung. Spiegelablesung mit Glasskala und Fernrohr. Ganze Balkenlänge 30 cm, Tragkraft 1.5 kg. Gewicht der gefüllten Reaktionsapparate 700—900 g, mit dem dazugehörigen Messingstativ 1100 bis 1300 g. Empfindlichkeit 39—41 Skalenteile für 1 mg, Schwingungsdauer zwischen 2 Umkehrpunkten 50 bis 60 Sekunden.

Das Instrument war ursprünglich zu Wägungen im Vakuum konstruiert worden und mit einer Glocke aus dickem, vernickeltem Kupferblech überdeckt, welche nur eine kleine mit Glasplatte verschlossene Öffnung für den Durchgang der Lichtstrahlen besaß. Es gelang jedoch nicht, die Verdünnung genügend lange Zeit konstant zu halten, und daher wurde stets in Luft von gewöhnlicher Dichte gewogen.

Die 2 angewandten Differentialgewichtssätze umfaßten je 5 Reiter aus Aluminiumdraht von den nominellen Gewichten

10, 10.5, 11, 13, 17 mg,

durch deren Kombination sich alle Belastungen von 0.5 mg bis 21.5 mg, um 0.5 mg steigend, herstellen lassen.

Die Prüfung dieser Gewichte im Normaleichungsamt ergab folgende absolute Werte:

---

[1] Eine Beschreibung dieser von A. Rueprecht konstruierten Vorrichtung findet sich in Felgenträgers Werk S. 176, Fig. 84.

b) Eine etwa im Jahre 1880 von A. Rueprecht in Wien angefertigte Wage für 2 kg Tragkraft (Nr. 5 des Preisverzeichnisses von 1902). Dieselbe war für Präzisionswägungen eingerichtet worden durch Anbringen einer Spiegel- und Fernrohrablesung und Verlängerung der Auslösevorrichtung für Schalen, Gehänge und Balken durch eine $1\frac{1}{2}$ m lange Stange.

Häufig wurden die Schwingungen auch an dem Zeiger der Wage beobachtet, indem man die Umkehrpunkte an der Skala mit dem Vertikalfaden eines Fernrohrs verfolgte, welches sich durch eine Mikrometerschraube horizontal bewegen ließ. Hierbei ergab sich bei 1 kg Belastung für 1 mg die Empfindlichkeit von 3 Skalenteilen, von welchen sich Zehntel oder sogar Zwanzigstel mittels des stillstehenden Fernrohrfadens ablesen ließen. Schwingungsdauer zwischen 2 Umkehrpunkten 50 Sekunden.

Der angewandte Gewichtssatz umfaßte bloß 4 aus Aluminiumdraht hergestellte Gewichte von den Werten:

nominell 4, 4.5, 5, 7 mg,

welche durch Auflegen auf beide Wageschalen alle Belastungen zwischen 0.5 bis 9.5 mg, um 0.5 steigend, herstellen lassen.

Behufs gleichförmiger Wärmeverteilung war das Wagengehäuse von einem doppelwandigen Kasten aus Kupferblech überdeckt, dessen vordere Seite sich emporschieben ließ. Beim Gebrauch dieser Wage wurden die beiden Apparate mittels eines starken Platindrahtes an dem am Schalenbügel befindlichen Haken aufgehängt und bei geöffneten Türen umgewechselt, was anfangs mit der Hand, später mit Hilfe einer besonders dazu konstruierten Zange geschah. Ebenso war beim Auflegen der Gewichte das Öffnen der Wage nötig.

2. Wägungsverfahren.

Wie früher erwähnt, waren die Gewichte des zu einem Versuch gehörigen Apparatepaares A und B bis auf einige Milligramm ausgeglichen, und es handelte sich nur um Bestimmung der Bruchteile eines Milligramms. Sämtliche Wägungen wurden nach dem Gaußschen Verfahren ausgeführt, und zwar meist mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung, was die Beobachtung von 8 Gleichgewichtslagen nötig machte. Die Ausführung der ganzen Wägung geschah nach folgendem hin- und rückläufigem Schema, in welchem P_r und P_l die rechts

oder links aufgesetzten größeren Milligrammbelastungen, p_r und p_l die entsprechenden um 0.5 mg kleineren bedeutet. Diese Belastungen wurden mittels der über den beiden Wagegehängen befindlichen Differentialgewichtssätze hergestellt. Apparat A war stets schwerer als B.

Teilwägung	Linke Schale	Rechte Schale	Beobachtete Gleichgewichtslage	Empfindlichkeit für 0.5 mg
Nr. 1	App. A	App. $B+P_r$	R_1	$r_1 - R_1$
2	A	$B+p_r$	r_1	
Umtausch				
3	$B+p_l$	A	l_1	$L_1 - l_1$
4	$B+P_l$	A	L_1	
5	$B+P_l$	A	L_2	$L_2 - l_2$
6	$B+p_l$	A	l_2	
Umtausch				
7	A	$B+p_r$	r_2	$r_2 - R_2$
8	A	$B+P_r$	R_2	

Aus den Mittelwerten

$$\frac{R_1+R_2}{2}=R \qquad \frac{r_1+r_2}{2}=r \qquad \frac{l_1+l_2}{2}=l \qquad \frac{L_1+L_2}{2}=L$$

folgt als Gewichtsunterschied der Apparate

$$A-B=\tfrac{1}{2}\left[(p_r+p_l)+(P_r-p_r+P_l-p_l)\frac{r-l}{(r-R)+(L-l)}\right]$$

oder

$$A-B=\tfrac{1}{2}\left[(P_r+P_l)-(P_r-p_r+P_l-p_l)\frac{L-R}{(r-R)+(L-l)}\right]$$

Die Gleichgewichtslagen R, r, l usw. wurden nach Ablesung von 3, selten 4 Umkehrpunkten $a_1\, a_2\, a_3\, a_4$ der Schwingungen nach folgenden von M. Thiesen gegebenen Formeln berechnet:

$$\tfrac{1}{2}\left(\frac{a_1+a_3}{2}+a_2\right) \text{ oder } \tfrac{1}{4}(a_1+2a_2+a_3)$$

bzw.

$$\tfrac{1}{8}(a_1+3a_2+3a_3+a_4).$$

Es zeigte sich, daß die Ablesung von 4 statt 3 Umkehrpunkten keinen wesentlichen Vorzug bot. Indem jede der 8 Größen R, r, l usw. durch mindestens dreimalige Auslösung der Wage bestimmt wurde, nahm hierdurch eine ganze Wägung die Zeitdauer von etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch.

Bei der großen Rueprechtschen Wage konnte stets

$$P_r - p_r + P_l - p_l = 1 \text{ mg}$$

angenommen werden und es fiel daher dieser Teil der Formel bei der Rechnung fort. Setzt man ferner $(r - R) + (L - l) = E$, so nimmt die Formel die folgende vereinfachte Form an:

$$A - B = \tfrac{1}{2}\left[p_r + p_l + \frac{r - l}{E}\right]$$

$$A - B = \tfrac{1}{2}\left[P_r + P_l - \frac{L - R}{E}\right].$$

Die folgende Tabelle enthält ein Beispiel für die Ausführung einer Wägung.

Beginn der Wägung $12^h 5'$. Schluß der Wägung $1^h 30'$.

Teilwägung. Belastung von	Lage der Gefäße		Aufgelegte Gewichte		Entsprechendes Gewicht	Temperatur	Beobachtete Umkehrpunkte bei dreimaliger Auslösung der Wage	Gleichgewichtslage	Mittel
	links	rechts	links	rechts	mg		Skalenteile	Skalenteile	Skalenteile
R_1	A	B	1	4	$3 = P_r$	18.40°	22.0—59.6—23.0 24.6—57.9—25.6 23.3—58.5—24.2	41.05 41.50 41.13	$41.23 = R_1$
r_1	A	B	2 + 5.5	1 + 4	$2.5 = p_r$	18.40	45.3—75.3—46.2 43.4—77.9—44.6 42.0—78.9—43.0	60.53 60.95 60.70	$60.73 = r_1$
l_1	B	A	1 + 4	2 + 5.5	$2.5 = p_l$	18.41	16.2—50.5—17.2 15.0—52.8—16.2 15.2—50.8—16.1	33.60 34.20 33.23	$33.68 = l_1$
L_1	B	A	4	1	$3 = P_l$	18.41	38.0—69.0—39.0 36.9—69.1—37.9 35.4—72.2—36.5	53.75 53.25 54.07	$53.69 = L_1$
L_2	B	A	4	1	$3 = P_l$	18.41	36.4—71.2—37.2 32.2—73.5—33.3 37.0—70.0—37.8	54.00 53.13 53.70	$53.61 = L_2$
l_2	B	A	1 + 4	2 + 5.5	$2 5 = p_l$	18.42	17.3—50.0—18.2 16.0—50.9—17.0 15.2—52.6—16.4	33,86 33.70 34.20	$33.92 = l_2$
r_2	A	B	2 + 5.5	1 + 4	$2.5 = p_r$	18.44	45.3—76.2—46.4 44.0—77.1—45.2 46.6—75.8—47.6	61.03 60.85 61.45	$61.11 = r_2$
R_2	A	B	1	4	$3 = P_r$	18.45	23.0—60.5—23.9 24.3—58.0—25.3 25.0—58.6—25.8	41.97 41.40 42.00	$41.79 = R_2$

Hieraus ergibt sich:

$$p_r + p_l = 5 \text{ mg}$$

$$\tfrac{1}{2}(R_1 + R_2) = R = 41.51 \qquad r - R = 19.41$$

$$\tfrac{1}{2}(r_1 + r_2) = r = 60.92 \qquad\qquad r - l = 27.12$$

$$\tfrac{1}{2}(l_1 + l_2) = l = 33.80 \qquad L - l = 19.85$$

$$\tfrac{1}{2}(L_1 + L_2) = L = 53.65 \qquad E = 39.26$$

$$A - B = \tfrac{1}{2}\left[p_r + p_l + \frac{r-l}{E}\right] = \tfrac{1}{2}\left[5 + \frac{27.12}{39.16}\right] = 2.845\,.$$

Die beiden Hälften der ganzen Beobachtungsreihe führen zu folgenden Resultaten:

Erste Hälfte.

$$R_1 = 41.23 \qquad r_1 - R_1 = 19.56$$

$$r_1 = 60.73 \qquad\qquad r - l = 27.05$$

$$l_1 = 33.68 \qquad L_1 - l_1 = 20.01$$

$$L_1 = 53.69 \qquad E = 39.51$$

$$A - B = \tfrac{1}{2}\left[5 + \frac{27.05}{39.51}\right] = 2.842\,.$$

Zweite Hälfte.

$$L_2 = 53.61 \qquad L - l = 19.69$$

$$l_2 = 33.92 \qquad\qquad r - l = 27.19$$

$$r_2 = 61.11 \qquad r - R = 19.32$$

$$R_2 = 41.79 \qquad E = 39.01$$

$$A - B = \tfrac{1}{2}\left[5 + \frac{27.19}{39.01}\right] = 2.848\,.$$

Eine Kontrolle für Richtigkeit der beobachteten Schwingungspunkte lag darin, daß nahezu

$$R_1 + L_1 = r_1 + l_1 \parallel R + L = r + l$$

sein mußte.

$R_1 = 41.23$ $r_1 = 60.73$ | $R_2 = 41.79$ $r_2 = 61.11$
$L_1 = 53.69$ $l_1 = 33.68$ | $L_2 = 53.61$ $l_2 = 33.92$
94.72 94.41 | 95.40 95.03

$R = 41.51$ $r = 60.92$
$L = 53.65$ $l = 33.80$
95.16 94.72

95.16
94.72
189.88
Mittel 94.94.

3. Prüfung der neuen Rueprechtschen Wage.

Prüfungen der Leistungsfähigkeit der Rueprechtschen Wage sind mehrfach ausgeführt worden durch Vergleichung zweier zylindrischer Messinggewichtsstücke von 400 g, welche um etwa 4 mg voneinander abwichen und sich stets in völlig gleicher Lage auf die Schalen setzen ließen. An verschiedenen Tagen ausgeführte Wägungen lieferten beispielsweise folgende Resultate, von welchen Gruppe I unter besonders günstigen, II unter ungünstigen Verhältnissen erhalten worden sind.

I		II	
Wägungstag 1904	Gewichtsdifferenz mg	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz mg
30. Nov.	4.2588	13. Mai	4.273
5. Dez.	4.2591	17. "	4.260
10. "	4.2589	23. "	4.250
14. "	4.2584	24. "	4.242
16. "	4.2576	27. "	4.260
Mittel	4.2586		4.257
Mittlere Fehler	±0.0003		±0.005
Größte Wägungsdifferenz	0.0015		0.031

4. Wägungsfehler.

a. Durch Temperatureinflüsse.

Bei der bekannten Empfindlichkeit feiner Wagen gegen Temperaturschwankungen sind selbstverständlich alle Vorsichtsmaßregeln zur Verminderung derselben getroffen worden.

Das Zimmer in dem früheren II. Chemischen Institut der Universität, in welchem die Rueprechtsche Wage sich während der zweiten Versuchsperiode (1901—1907) befand, lag gegen Norden. Das Instrument war zunächst dicht umstellt von 4 außen mit Stanniol überzogenen doppelten Pappschirmen, von welchen der vordere eine für die Spiegelablesung nötige runde Öffnung besaß. Um den Wagentisch standen ferner auf dem Fußboden drei große mit Pappe und Stanniol überzogene Holzwalzen von 2 m Höhe und 1 m Breite, von welchen die eine zwischen der Mauer und dem Rücken der Wage befindlich war, die andere zu beiden Seiten der letzteren in ½ m Abstand. Endlich befand sich ein Zeugschirm vor dem in 2 m Abstand von der Wage befindlichen Ablesefernrohr, welcher nur die nötige kleine Öffnung für den Durchgang der Lichtstrahlen enthielt und die Wärmestrahlung seitens des Beobachters verhindern sollte.

Die Heizung des Wagenzimmers geschah durch einen von der Firma Joseph Junk, Berlin SW, Ritterstr. 59 gelieferten Gasofen, verbunden mit einem selbsttätigen Gaszuflußregulator, System C. A. Porges, dessen elastische Metallkapsel Chloräthyl enthielt. Derselbe wurde eingestellt auf Erzeugung einer Temperatur von 19°, und es konnte letzterer, indem der Ofen während des ganzen Winters Tag und Nacht brannte, bis auf einige zehntel Grade konstant erhalten werden. Auch während des Sommers wurde die Vorrichtung nicht selten mehrere Wochen benutzt, wobei man die Temperatur auf 23° erhielt.

In der dritten Versuchsperiode (1906—1908), wo die Rueprechtsche Wage sich in einem nach Norden gelegenen Zimmer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt befand, war dieselbe wieder mit dem erwähnten Wärmeschutzschirm umgeben. Da der Raum Dampfheizung besaß, mußte zur Erzielung konstanter Temperatur folgendes Verfahren befolgt werden. Wenn die Heizung um 10 Uhr abgesperrt wurde, wo die Temperatur des Raumes etwa 20—21° erreicht hatte, so begann nachher Abkühlung der Luft, und von 12 bis 1 Uhr verlief dieselbe so langsam, daß die etwa 19° anzeigenden Thermometer in der Wage höchstens um 0.1° sanken. Diese Stunde wurde als Wägungszeit benutzt. Immerhin war es ratsam, letztere nicht zu lange auszudehnen, und es wurde deshalb häufig nur die erste Hälfte des ganzen Wägungsschemas vorgenommen. In den Sommermonaten, wo man auf die jeweilig herrschende Temperatur angewiesen war, trat

während der Wägung infolge der Körperwärme des Beobachters ein Ansteigen der Thermometer in der Wage ein, welches aber meist unterhalb 0.1° blieb.

Die Temperaturmessung der Wage geschah mittels zweier vom Glasbläser Richter angefertigter Thermometer, welche, wie längere Vergleichung gezeigt hatten, zwischen 15° und 25° stets vollständig miteinander übereinstimmten. Dieselben waren in die obere kupferne Schlußplatte des Wagengehäuses so eingesetzt, daß die Quecksilbergefäße zu beiden Seiten des Balkens, ungefähr in der Mitte ihrer Länge, herabreichten. Die aus dem Gehäuse herausragenden Skalen der Thermometer ließen mit Sicherheit hundertstel Grade ablesen; sie wurden von hinten durch kleine elektrische Glühlampen von Zylinderform beleuchtet, welche mit Wärmeschutzmitteln umgeben waren, und nur einen schmalen, mit durchsichtigem Papier bekleideten Spalt besaßen. Zur Ablesung der Thermometer diente ein am Platze des Beobachters, also in 2 m Entfernung aufgestelltes Fernrohr, welches vertikal sowie horizontal beweglich war. Im letztern Falle konnte mittels zweier Anschläge das Fernrohr rasch von einer Skala zur andern gerichtet und zugleich durch einen nebenan befindlichen Taster die elektrische Beleuchtung in Tätigkeit gesetzt werden. Da die Ablesung der beiden Thermometer nur wenige Sekunden in Anspruch nahm, war keine schädliche Wärmewirkung der Glühlampen zu befürchten. Übrigens hatte eine Prüfung gezeigt, daß selbst bei $\frac{1}{2}$ Minute langem Glühen der einen Lampe noch kein Unterschied in den beiden Thermometerständen eintrat.

Schon eine nur um $^1/_{100}{}^\circ$ verschiedene Temperatur der beiden Balkenarme würde eine erhebliche Störung bei der Wägung verursacht haben.

Was zunächst den Einfluß ungleicher Temperatur der beiden Balkenarme betrifft, so ergibt die Rechnung, daß, wenn der Ausdehnungskoeffizient des Messings zu 0.000019 angenommen wird, bei der 150 mm betragenden Länge der Balkenhälfte und der Belastung von 500 g auf jeder Schale, die Temperaturdifferenz von 0.01° das Wägungsresultat um 0.095 mg ändert. Man sieht, daß, wenn bei Gewichtsbestimmungen die hundertstel oder sogar tausendstel Milligramm in Betracht kommen, die Temperatur der beiden Balkenarme noch bedeutend weniger als um 0.01° verschieden sein darf. Solche vielleicht unvermeidlichen minimalen Temperaturdifferenzen sind wahrscheinlich eine Hauptursache der Abweichungen

zwischen den an verschiedenen Tagen erhaltenen Wägungsresultaten. Alle Wägungen sind übrigens nur dann vorgenommen worden, wenn die beiden Thermometer vollkommen miteinander übereinstimmten; zeigte sich, was äußerst selten vorkam, auch nur der kleinste Unterschied, so wurde die Wägung verschoben.

Zu- oder Abnahme der gleichmäßigen Temperatur des ganzen Balkens war ebenfalls zu berücksichtigen. Bei dem Rueprechtschen Instrumente zeigte sich bald, daß bei den an verschiedenen Tagen und unter Wärmeverhältnissen mit gleicher Belastung ausgeführten Wägungen die beobachteten Ausschläge sich auf der Skala um so mehr nach rechts verschoben, d. h. größere Werte annahmen, je höher die Temperatur war. Als Grund dieser Erscheinung ist anzunehmen, daß die linke Hälfte des Balkens durch die Wärme sich etwas stärker ausdehnt als die rechte, wahrscheinlich infolge nicht ganz gleichmäßiger Härtung des Messings. Nach vielfachen zwischen den Temperaturen 18 bis 20° ausgeführten Wägungen betrug die Verschiebung 9 bis 11, im Mittel 10 Teilstriche der Millimeterskala für 1° Temperaturzunahme.

Da bei den meisten Wägungen während der etwa $1\frac{1}{4}$stündigen Dauer derselben die beiden neben dem Balken befindlichen Thermometer entweder gar nicht oder übereinstimmend nur um einige hundertstel Grade stiegen, so hat der erwähnte Umstand wenig Einfluß. Er fällt bekanntlich ganz fort, wenn die Gewichtsbestimmung nach dem Gaußschen Verfahren mit Umtausch der Belastungen nebst hin- und rücklaufenden Teilwägungen ausgeführt wird und die Temperatur dabei in der gleichen Richtung stetig fortschreitet. Die Kompensation wird auch dann noch in genügendem Grade stattfinden, wenn im Thermometer die Temperaturänderung zwischen Anfang und Schluß der Wägung einige zehntel Grade beträgt.

In einigen Fällen, wo eine zu rasche Temperaturzunahme auftrat, beschränkte man sich auf die ersten 4 Teilwägungen und reduzierte die beobachteten Ruhelagen auf diejenigen, welche ihnen bei einer willkürlich angenommenen Mitteltemperatur zukommen. Dazu dient die obenerwähnte Beziehung: 1° = 10 Teilstriche. Z. B. wurde bei zwei Reaktionsapparaten *A* und *B* gefunden:

Aufgelegte Gewichte	Beobachtete Ruhelage Skalenteile	Beobachtete Temperatur	Temperatur-abweichung vom Mittel	Korrektion	Korrigierte Ruhelage
P_r 3 mg	$R = 38.42$	19.50°	− 0.06°	+ 0.60	19.02 R
p_r 2.5	$r = 57.88$	19.54	− 0.02	+ 0.20	58.08 r
p_l 2.5	$l = 29.28$	19.61	+ 0.05	− 0.50	28.78 l
P_l 3	$L = 47.38$	19.66	+ 0.10	− 1.00	48.38 L
		Mittel: 19.56			

$p_r + p_l = 5$ mg $r - l = 28.60$ | $r - l$ 29.30
$r - R + L - l = E = 37.56$ | E 38.66
Wägungsresultat: A—B 2.881 | $A - B =$ 2.879

Abnahme der Empfindlichkeit mit steigender Temperatur, wie sie von mehreren Beobachtern[1] wahrgenommen worden ist, konnte bei der Rueprechtschen Wage ebenfalls erkannt werden. Aus mehreren Wägungsgruppen ergab sich, daß für eine Temperaturzunahme von 1° die Verminderung der 35—40 Teilstriche für 1 mg betragende Empfindlichkeit 0.865 Teilstriche oder durchschnittlich 2.3 Prozent betrug. Dieser Punkt kam jedoch nicht in Betracht, da die Temperatur während einer ganzen Wägung nie mehr als um einige hundertstel Grade stieg. Für eine Änderung um 0.03° würde der entsprechende Fehler etwa 0.0007 mg ausmachen.

b. Wägungsfehler durch ungleiche Lage der Belastungen auf den Wageschalen.

Wenn die aufgelegte Last nicht vollkommen gleichmäßig um die von der Endschneide des Balkens ausgehende Schwerpunktslinie verteilt ist, so wird beim Auslösen der Wage eine Verschiebung der Schale mit ihrem Gehänge stattfinden, wodurch Neigung der Pfanne gegen die nicht absolut scharfe Schneide und somit eine minimale Änderung der Balkenlänge eintreten kann[2]. Beträgt diese nur 0.0001 mm, so entsteht bei der Balken-

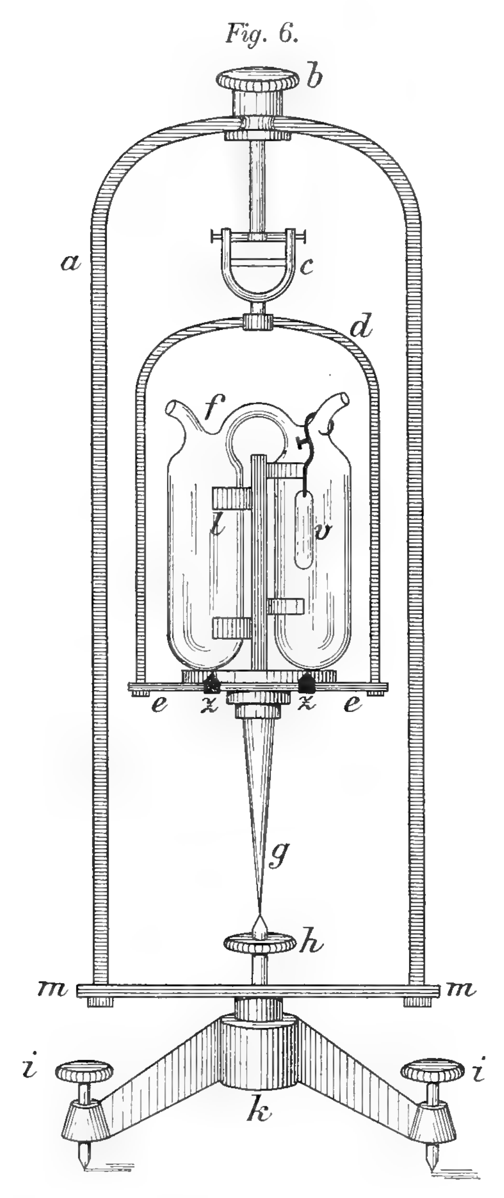
---

[1] Siehe W. Felgenträger, Theorie, Konstitution und Gebrauch der freien Hebelwage. S. 90. (1907.)

[2] Siehe F. Richarz und O. Krigar-Menzel, Bestimmung der Gravitationskonstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen. — Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin 1898, S. 23. — Ferner W. Felgenträger, Hebelwage, S. 88.

hälfte 150 mm und der Belastung von 500 g auf das Wägungsresultat bereits ein Einfluß von 0.333 mg. Bei der Rueprechtschen Wage wird zwar diesem Übelstand durch die Anbringung von Kreuzgehängen zwischen der Endpfanne und dem Schalenbügel größtenteils vorgebeugt, aber immerhin war eine möglichst vollkommene Zentrierung der Belastungsmasse, d. h. des Reaktionsgefäßes mit seinem Stativ notwendiges Erfordernis. Hierzu diente ein besonderes Instrument (Fig. 6).

Fig. 6.



An dem hohen, auf der schmalen Platte *m* befestigten Metallbogen *a* befindet sich oben der drehbare Knopf *b*, welcher mittels des kardanischen Gelenkes *c* die an dem Bügel *d* befestigte Schale *e* trägt, auf die der Glasapparat *f* gesetzt wird. Die Schale *e* trägt unten die Spitze *g*, welche der vertikal verschraubbaren Spitze *h* gegenübersteht. Das Ganze ist an dem auf 3 Stahlschrauben *i* versetzten Dreifuß *k* befestigt. Zunächst wurde, ohne aufgesetzten Apparat *f* mittels der Stellschrauben *i*, die beiden Spitzen *g* und *h* zum Einspielen übereinander gebracht, welche Stellung sich auch erhalten muß, wenn man die Schale *e* mittels des Knopfes *b* dreht. Sodann erfolgt das Aufsetzen des Apparates *f*, welcher nebst dem aufgehängten Hilfskörper *v* auf dem schon früher (Kap. III, A 2, Fig. 2) beschriebenen Metallstativ *l* steht. Die runde Bodenplatte desselben ist mit 2 kleinen Löchern versehen, welche auf die an der Schale *e* angebrachten 2 konischen Spitzen *z z* passen. Die Lage dieser Spitzen gegen den Mittelpunkt der Schale *e* ist genau über-

einstimmend mit dem Standpunkt der an den Wechselscheiben der Rueprechtschen Wage befindlichen Spitzen.

Beim Freilassen der hängenden Schale *e* wird zunächst wegen der ungleichmäßigen Beschaffenheit des Apparates *f* eine Schiefstellung der Spitze *g* eintreten.

Ist die Reaktion in dem Gefäße noch nicht vollzogen und sind somit die beiden Schenkel mit verschiedenen Substanzen gefüllt, so muß nun durch Verschiebung des Apparats auf seinem Stativ eine gleichförmige Verteilung der Last bewirkt werden, und diese läßt sich dadurch erkennen, daß beim Drehen der Schale *e* an dem Knopfe *b* die Spitzen *g* und *h* genau übereinanderliegen. Das Verschieben des ∩-Gefäßes läßt sich dadurch erreichen, daß man die 4 auf jeder Seite des Stativs befindlichen elastischen Flügel mehr öffnet oder zusammendrückt. Ist die Reaktion in dem Apparat bereits ausgeführt, so läßt sich die symmetrische Verteilung der Masse einfach durch Übergießen der Flüssigkeit aus dem einen Schenkel in den andern erreichen. Immerhin bleibt die Zentrierung der Masse oft eine zeitraubende Arbeit, und sie hat sich mehrfach nicht in befriedigendem Grade ausführen lassen. Sodann wurden die beiden Apparate in die Wage gebracht, wobei der Mechanismus derselben bewirkte, daß sie immer auf die gleiche Stelle der Wageschalen sich aufsetzten. Ferner konnten sie in die um 180° gedrehte Lage gebracht werden. War die Zentrierung gut gelungen, so fielen die in beiden Stellungen vorgenommenen Wägungen sehr übereinstimmend aus. Bei unsymmetrischer Massenverteilung konnten dagegen Differenzen bis nahezu 0.1 mg eintreten; in diesem Falle erreichte man aber befriedigende Resultate, wenn die Apparate in jeder der zwei Lagen aufgesetzt und dann das Mittel der 4 Wägungen genommen wurde. Häufig genügte es, nur zwei Stellungen anzuwenden, nämlich: 1. eine bestimmte Anfangslage beider Gefäße, 2. den Reaktionsapparat um 180° gedreht, Tara-Apparat unverändert. Das in den späteren Kapiteln mitgeteilte Beobachtungsmaterial enthält Beispiele derartiger Wägungen.

c. Erschütterungen der Wage.

Die Gebäude, in welchen die Versuche vorgenommen wurden, lagen ziemlich erschütterungsfrei, und ich hatte von dem betreffenden Übelstande nicht sehr oft zu leiden, zumal die Wägungen in solche Stunden verlegt wurden, in denen in den Gebäuden selbst der Verkehr ruhte.

d. Elektrische Störungen.

Da durch elektrostatische Einflüsse eine Störung der Wägungen hervorgerufen werden kann, so wurden häufig sowohl die Glasscheiben des Wagengehäuses wie die Reaktionsgefäße mittels des Elektroskops geprüft. Dabei konnte zweimal ein elektrischer Zustand der Gefäße beobachtet werden, und Versuche zeigten, daß derselbe durch gelindes Streichen des Glases mit ganz trocknen Fingern sich hervorrufen ließ. Zum Schutz gegen solche Störungen wurde ein mit Polonium überzogenes Antimonstäbchen (nach Marckwald) in dem Wagekasten angebracht, das die Luft genügend ionisierte, um schnelle Ableitung etwaiger elektrischer Ladungen zu bewirken.

C. Durch die Gefäße bewirkte Versuchsfehler.

1. Fehler infolge von Erwärmung der Glasgefäße.

Wie schon in der Einleitung (Kap. I, B) erwähnt, kann die bei manchen Reaktionen auftretende Erwärmung des Gefäßes eine Gewichtsabnahme des letztern erzeugen, und zwar dadurch, daß: 1. die Wasserhaut an der äußern Glasfläche sich vermindert, und 2. eine Volumzunahme des Gefäßes erfolgt. Bei der Abkühlung werden diese Einflüsse allmählich schwächer werden, und es fragt sich, nach welcher Zeit das erhitzte Gefäß seinen ursprünglichen Zustand und damit das frühere Gewicht wieder erreicht hat. Hierüber sind mit den nämlichen Glasgefäßen, wie sie zu den Reaktionsversuchen gedient hatten, folgende Prüfungen angestellt worden.

a. Verhalten der temporären Wasserhaut.

Um die Wiederherstellungszeit einer verschwundenen Wasserhaut für sich allein zu bestimmen, wurde in der Weise verfahren, daß man von zwei Glasgefäßen mit gleich großer Oberfläche, welche erst eine Woche im Wagengehäuse gestanden hatten und deren Gewichtsdifferenz man bestimmt hatte, das eine während zwei Tagen in einen mit konzentrierter Schwefelsäure beschickten Exsikkator setzte und nach dem Zurückbringen in die Wage die allmähliche Gewichtszunahme desselben verfolgte. Versuche über diese Frage haben bereits E. Warburg und T. Ihmori[1] ausgeführt und gefunden, daß

[1] Wiedemanns Ann. d. Physik **27**, 502 (1886).

bei kleinen Glasflächen von 30 qcm die Bildung der Wasserhaut schon in 10—15 Minuten erfolgt war. Es blieb aber noch das Verhalten größerer Flächen (von etwa 200 und 400 qcm) zu prüfen übrig.

Wie schon Kap. III, A 2 erwähnt, sind die für sämtliche Versuche benutzten Glasgefäße vor dem Gebrauch längere Zeit in verdünnter Schwefelsäure und sodann ammoniakhaltigem Wasser liegen gelassen worden, um ihre äußere Oberfläche alkaliärmer und dadurch weniger hygroskopisch zu machen. Auch wurden sie zum Teil mit kochendem Wasser behandelt. Mittels der Myliusschen Jodeosinprobe[1] ließ sich sodann an dem Glase kein Alkali mehr nachweisen. Nach Versuchen von Ihmori[2] beträgt bei ausgekochtem Jenaer Glas die auf 100 qcm Oberfläche kondensierte Wassermenge 0.035—0.068 mg; für die nachstehend erwähnten zwei Gefäße, deren Oberfläche 230 und 380 qcm betrug, würde sich hiernach das Gewicht der Wasserschichten zu 0.081 bzw. 0.133 mg berechnen.

Versuch 1. Angewandt zwei ∩förmige ausgeglichene Gefäße aus Jenaer Geräteglas, welches im Innern mit Silbersulfat und Eisen-

Wägungsreihe I		Wägungsreihe II			
Anfänglich. Gefäße am 4. April in die Wage gesetzt		Gefäß A 48 St. (18. 19. April) im Schwefelsäure-Exsikkator, am 19. April in die Wage gesetzt			
Wägungstag 1907	Gewichts-differenz $A-B$	Wägungstag 1907	Verflossene Zeit	Gewichts-differenz $A-B$	Gewichts-änderung des Gefäßes A
8. April	4.510 mg	19. April	3 St.	4.392 mg	−0.121 mg
9. »	4.517	20. »	1 Tag	4.495	−0.018
10. »	4.508	21. »	2 Tage	× 4.511	−0.002
15. »	4.514	22. »	3 »	× 4.506	−0.007
17. »	4.515	23. »	4 »	× 4.510	−0.003
Mittel:	4.513 mg	24. »	5 »	× 4.508	−0.005
Mittlerer Fehler:	±0.002	25. »	6 »	× 4.514	+0.001
Einzelwägung:	±0.004		Mittel:	× 4.510 mg	
			Mittlerer Fehler:	±0.002	
			Fehler der Einzelwägung:	±0.003	

vitriol nebst Wasser beschickt waren, und später zu dem in Kap. IV, 1, Nr. 4, 5 beschriebenen Reaktionsversuch dienten,

[1] Ber. d. D. Chem. Gesellsch. **22**, I, 310 (1889); Zeitschr. f. Instrumentenkunde **9**, 59 (1889).

[2] Wiedemanns Ann. d. Phys. **31**, 1014 (1887).

Gewicht des Gefäßes A . . . . . 478.22 g Gewichtsdiff. A—B = etwa 4.5 mg
Äußeres Volum des Gefäßes A 416.374 ccm Volumdiff. A—B = + 0.021 ccm
Äußere Oberfläche etwa 380 qcm.

Die letzte Kolumne stellt diejenigen Gewichte dar, welche der Wasserhaut bis zur Erlangung ihres ursprünglichen Gewichtes noch fehlen. Man sieht, daß die Wiederherstellung der Schicht auch bei großen Gefäßen sehr rasch erfolgt und daß schon vom zweiten Tage an die Ausgleichung mit mit der am unberührten Apparate vorhandenen beendigt ist. Die vom zweiten bis sechsten Tage aufgetretenen Schwankungen liegen nahe dem Wägungsfehler.

Versuch 2. Zu diesem wurden zwei zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas unbekannter Herkunft benutzt, welche vorher zu den in Kap. IV, 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung gedient hatten und mit der letzteren Flüssigkeit noch gefüllt waren. Höhe der Zylinder etwa 14 cm, Durchmesser 4.5 cm.

Gewicht des Zylinders A . . . . . 380.15. g Gewichtsdiff. A—B = etwa 3 mg
Äußeres Volum des Zylinders A 236.718 ccm Volumdiff. A—B = 0.016 ccm
Äußere Oberfläche etwa 230 qcm.

Wägungsreihe I		Wägungsreihe II			
Anfänglich. Gefäße am 10. März in die Wage gesetzt		Gefäß B 48 St. (20. 21. März) im Schwefelsäure-Exsikkator, am 21. März in die Wage gesetzt			
Wägungstag 1907	Gewichtsdifferenz $A-B$	Wägungstag 1907	Verflossene Tage	Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung des Gefäßes B
11. März	2.843 mg	22. März	1 Tag	2.885 mg	−0.044 mg
12. »	2.837	24. »	3 Tage	× 2.844	−0.003
16. »	2.845	26. »	5 »	× 2.839	+0.002
18. »	2.842	27. »	6 »	× 2.833	+0.008
19. »	2.839	28. »	7 »	× 2.837	+0.004
Mittel:	2.841 mg	30. »	9 »	× 2.842	−0.001
Mittlerer Fehler:	±0.001		Mittel:	× 2.839 mg	
Einzelwägung:	±0.003		Mittlerer Fehler:	±0.002	
			Fehler der Einzelwägung:	±0.0045	

Es zeigte sich also wie bei Versuch 1, daß die Wasserhaut sich sehr rasch ergänzte; sie hatte vom dritten, vielleicht zweiten Tage an ihren ursprünglichen Betrag wieder erreicht.

b. Einfluß der Erwärmung.

(Thermische Nachwirkung.)

Es handelte sich hier erstens um die Frage, nach welcher Zeit das durch Erwärmung vergrößerte Volum eines Gefäßes wieder auf den ursprünglichen Betrag zurückgegangen ist. Obgleich bei Thermometern bekanntlich die thermischen Nachwirkungserscheinungen in vielfacher Hinsicht untersucht worden sind, lassen sich in bezug auf den zeitlichen Verlauf des Rückganges der Nullpunktsdepression nur wenige Angaben finden. Nach denselben stellte sich bei Thermometergefäßen aus Jenaer sowie französischen Gläsern nach der Erhitzung auf 100° das anfängliche Volum schon in 2—3 Tagen, bei solchen aus englischen Gläsern nach 1 Monat erst etwa zur Hälfte wieder ein, und die in den siebziger Jahren aus Thüringer Glas angefertigten Thermometer brauchten hierzu 4—6 Monate. Es war daher ganz ungewiß, wie sich die zu meinen Versuchen aus ganz andern Glassorten hergestellten großen Gefäße, deren Volum etwa 200—400 ccm betrug, verhalten würden.

Die zweite Frage betrifft die Größe des Fehlers, welcher auftritt, wenn nach der Erwärmung die Wägungen zu früh abgebrochen werden. Hierzu hatte, wie früher schon bemerkt, bei vielen Reaktionsversuchen der Umstand Veranlassung gegeben, daß schon wenige Tage nach Vornahme der Umsetzung die Wägungen begannen, anscheinend konstant zu werden.

Da bei den vorliegenden Untersuchungen nicht die Volumänderungen, sondern die durch dieselben bei den Wägungen verursachten Änderungen des Luftauftriebes in Betracht kamen, so habe ich diese Verhältnisse zunächst mit Hilfe der Wage untersucht. Es wurde in der Weise verfahren, daß man von zwei ausgeglichenen und bezüglich ihrer Gewichtsdifferenz $A - B$ bekannten Gefäßen das eine auf bestimmte Temperaturen erwärmte und die nach der Abkühlung auftretenden Gewichtsänderungen während mehrerer Wochen verfolgte. Vor dem Versuch blieben die Apparate erst lange Zeit der gewöhnlichen Temperatur ausgesetzt. Zur Erwärmung diente ein mit Wassermantel umgebenes zylindrisches Luftbad aus Kupferblech (innere Höhe 40 cm, Durchmesser 40 cm), welches oben durch einen mit Thermometer versehenen Deckel verschlossen war, und es wurden die Gefäße mittels eines besondern Stativs in den Hohlraum eingesenkt.

Die Stärke und Dauer der Erhitzung ist so bemessen worden, daß sie den bei den Reaktionsversuchen auftretenden Verhältnissen nahezu entsprachen.

Versuche 1. Mit ∩-Gefäßen aus Jenaer Geräteglas.

Gewicht von A..... 478.22 g   Gewichtsdiff. $A-B =$ etwa 4.5 mg
Äußeres Volum von A 416.374 ccm   Volumdiff. $A-B = 0.021$ ccm.

Es waren die nämlichen Gefäße, welche schon zu dem in Abschnitt A (Verhalten der Wasserhaut) beschriebenen Versuch 1 gedient hatten, und die nachstehenden Bestimmungen schlossen sich unmittelbar an jene an. Demzufolge bildete die dort in der Wägungsreihe II erhaltene Mittelzahl jetzt den Ausgangspunkt, und man hatte:

Anfängliche Gewichtsdifferenz $A-B = 4.510$ mg ± 0.002.

Es wurden zwei verschiedene Erhitzungen des Apparates A vorgenommen:

a) Gefäß A am 26. und 27. April je 1 Stunde von etwa 18° auf 28° erhitzt (Steigerung 10°) und im Luftbade langsam abkühlen gelassen. Am 28. April in die Wage gesetzt.

Tabelle 1.
Anfängliche Differenz $A-B = 4.510$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Verflossene Zeit nach der Erhitzung	Gewichts-differenz $A-B$	Gewichts-änderung des Gefäßes A
29. April	2 Tage	4.482 mg	−0.028 mg
30. "	3 "	4.493	−0.017
1. Mai	4 "	× 4.500	×−0.010
3. "	6 "	× 4.497	×−0.013
6. "	9 "	× 4.503	×−0.007
7. "	10 "	4.508	−0.002
14. "	17 "	4.514	+0.004
	Mittel:	× 4.500 mg	−0.010 mg

Man sieht aus Kol. III, daß am 2. und 3. Wägungstage die Differenz $A-B$ rasch zunahm, was nach den im vorhergehenden Abschnitt gemachten Erfahrungen von der Wiederherstellung der Wasserhaut herrühren wird.

Sodann blieb vom 4.—9. Tage das Gewicht des erhitzt gewesenen Apparates nahezu konstant ($A-B = 4.500$ mg), aber immer noch kleiner als das ursprüngliche (4.510), und erst vom 10. Tage an schien das letztere erreicht zu sein.

Da bei diesem Versuch die Gewichtsänderungen infolge der geringen Erwärmung nur wenig hervortraten und innerhalb der gewöhnlichen Wägungsschwankungen lagen, so wurde nunmehr eine stärkere Erhitzung vorgenommen.

b) Gefäß A am 15. Mai 1 Stunde von 18° auf 57—60° erwärmt (Steigerung etwa 40°) und der langsamen Abkühlung im Luftbade überlassen. Am 16. Mai in die Wage gesetzt.

Tabelle 2.

Anfängliche Differenz $A-B = 4.510$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Verflossene Zeit nach der Erhitzung	Gewichts-differenz $A-B$	Gewichts-änderung des Gefäßes A
17. Mai	2 Tage	4.418 mg	−0.092 mg
22. „	7 „	4.450	−0.060
23. „	8 „	× 4.467	−0.043
24. „	9 „	× 4.464	−0.046
27. „	12 „	× 4.470	−0.040
28. „	13 „	× 4.471	−0.039
1. Juni	17 „	×× 4.511	+0.001
4. „	20 „	×× 4.513	+0.003
6. „	22 „	×× 4.521	+0.011
8. „	24 „	×× 4.509	−0.001
10. „	26 „	×× 4.515	+0.005
	Mittel:	× 4.468 mg	−0.042 mg
	„	×× 4.514	+0.004

Es ergibt sich aus Kol. III, daß, wenn man die Wägungen nach dem 8.—13. Tage, wo sie ziemlich konstant blieben, abgeschlossen hätte, das Resultat des Versuchs eine Gewichtsverminderung von $4.510 - 4.468 = 0.042$ mg gewesen wäre. Erst die Wägungsgruppe vom 17.—26. Tage (Mittel 4.514 mg) hat auf das ursprüngliche Gewicht (4.510) geführt.

Versuche 2. Zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas.

Gewicht des Zylinders A .... 380.15 g Gewichtsdiff. $A—B =$ etwa 3 mg
Äußeres Volum des Zylinders A 236.718 ccm Volumdiff. $A—B$ $=$ 0.016 ccm.

Die nämlichen Gefäße hatten unmittelbar vorher zu dem in Abschnitt a (Verhalten der Wasserhaut) beschriebenen Versuch 2 gedient. Das dort in der Wägungsreihe II erhaltene Mittel für die Gewichtsdifferenz der Apparate bildete somit den Ausgangspunkt für die folgenden Bestimmungen. Hiernach hat man:

$$\text{Anfänglich } A - B = 2.839 \text{ mg} \pm 0.002.$$

Da die Versuche ausgeführt wurden mit Bezug auf die früher mit denselben Gefäßen vorgenommenen Prüfungen der Gewichtsänderungen, welche bei der Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung (Kap. IV, 9) sich zeigten, so waren die Temperatursteigerungen auf gleiche Höhe zu treiben, wie sie bei jenen aufgetreten sind. Dieselben betrugen je nach der Dauer der Erhitzung 20—30°.

a) Gefäß B an 3 Tagen (2., 3., 4. April) im Luftbade 2 Stunden von etwa 18° auf 40° erhitzt (Steigerung 22°) und sodann durch Herausnehmen rasch abkühlen gelassen. Am 5. April in die Wage gesetzt.

Tabelle 3.
Anfängliche Differenz $A—B = 2.839$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Zeit nach der Erhitzung	Gewichts-differenz $A-B$	Gewichts-änderung des Apparates B
6. April	2 Tage	2.913 mg	—0.074 mg
7. »	3 »	2.894	—0.055
11. »	7 »	× 2.860	—0.021
12. »	8 »	× 2.859	—0.020
16. »	12 »	× 2.852	—0.013
17. »	13 »	× 2.857	—0.018
20. »	16 »	2.846	—0.007
23. »	19 »	×× 2.842	—0.003
26. »	22 »	×× 2.844	—0.005
29. »	25 »	×× 2.840	—0.001
	Mittel:	× 2.857 mg	—0.018 mg
	»	×× 2.842	—0.003

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß vom 7. bis 13. Tage, wo die Differenz $A-B$ sich sehr wenig änderte, die Volumvergrößerung des Gefäßes noch derart war, daß dessen Gewicht um (2.839 — 2.857) 0.018 mg zu klein erhalten wurde. Das ursprüngliche Gewicht war erst etwa vom 19. Tage an nahezu erreicht.

b) Gefäß B nochmals an 3 Tagen (29., 30. April, 1. Mai) je zwei Stunden im Luftbade von 17° auf 47° (Steigerung 30°) erhitzt und darin langsam abkühlen gelassen. Am 2. Mai in die Wage gesetzt.

Tabelle 4.
Anfängliche Differenz $A-B = 2.842$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Zeit nach der Erhitzung	Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung des Apparates B
3. Mai	2 Tage	2.945 mg	—0.103 mg
4. "	3 "	2.912	—0.070
5. "	4 "	2.906	—0.064
6. "	5 "	2.897	—0.055
11. "	10 "	× 2.861	—0.019
12. "	11 "	× 2.865	—0.023
14. "	13 "	× 2.860	—0.018
18. "	17 "	2.850	—0.008
22. "	21 "	×× 2.841	+0.001
24. "	23 "	×× 2.838	+0.004
26. "	25 "	×× 2.845	—0.003
30. "	29 "	×× 2.837	+0.005
	Mittel:	× 2.862 mg	—0.020 mg
	"	×× 2.840	+0.002

Die durch Verminderung der Differenz $A-B$ sich kennzeichnende Gewichtszunahme des Gefäßes B ging hier, wie im vorhergehenden Versuch, sehr langsam vonstatten. Dies ist namentlich der Fall zwischen dem 10. bis 13. Tage, und wenn hier die Wägungen abgebrochen worden wären, würde als Resultat eine Gewichtsverminderung von 2.862 — 2.842 = 0.020 mg anzunehmen gewesen sein. Es finden aber noch weitere Änderungen bis zum 21. Tage statt, von welchem an das ursprüngliche Gewicht erreicht ist.

Den Einfluß der Erwärmung habe ich ferner durch Untersuchung der Änderungen des Volums der Glasgefäße zu verfolgen gesucht, und zwar mit Hilfe hydrostatischer Wägungen. Die Ausführung ge-

schah auf die Weise, daß man die betreffenden zwei Gefäße erst in Luft, sodann nacheinander in Wasser von genau gleicher Temperatur wog und hieraus ihre Volumdifferenz berechnete. Nachdem man den einen Apparat in dem obenerwähnten Luftbade erhitzt hatte, wurden die hydrostatischen Wägungen einige Wochen fortgesetzt. Die gewählten Gefäße sind in nicht ausgeglichenem Zustande angewandt worden. Die benutzte hydrostatische Wage ließ Milligramme bestimmen. Die jeweilig vorhandenen Mehrbeträge über das anfängliche Volum rechnete man durch Multiplikation mit 1.2 (mittleres mg-Gewicht von 1 ccm Luft) in Milligramm um, wodurch sich der Luftauftriebsfehler ergab.

Versuch 1. ∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Volum von Gefäß *A* bei 18.25° etwa 406.1 ccm }
» » » *B* » 18.25° » 403.8 » } Differenz etwa 2.3 ccm.

Gefäß *A* am 24. und 25. Juni 2 Stunden von 19° auf 39° erhitzt. Steigerung 20°. Langsame Abkühlung im Luftbade.

Tabelle 5.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Vor der Erhitzung		Nach der Erhitzung				
Wägungstag 1907	Volumdifferenz *A–B*	Wägungstag 1907	Tage nach der Erhitzung	Volumdifferenz *A–B*	Abweichung vom urspr. Volum 2.345	Wägungsfehler durch Luftauftrieb
12. Juni	2.348 ccm	26. Juni	1	2.380 ccm	+0.035 ccm	−0.042 mg
14. »	2.345	28. »	3	× 2.370	+0.025	−0.030
21. »	2.346	29. »	4	× 2.363	+0.018	−0.022
24. »	2.342	1. Juli	6	× 2.365	+0.020	−0.024
Mittel:	2.345 ccm	8. »	13	×× 2.349	+0.004	−0.005
Mittl. Fehler:	±0.001	16. »	21	×× 2.340	−0.005	+0.006
Einzelbest.:	±0.0025	19. »	24	×× 2.339	−0.006	+0.007
			Mittel:	× 2.366 ccm	+0.021 ccm	−0.025 mg
			»	×× 2.343	−0.002	+0.003

Zwischen dem 3.—6. Tage nach der Erwärmung würde, wie aus Kol. VII ersichtlich, das Gefäß bei der Wägung noch um 0.025 mg zu leicht erscheinen. Der Rückgang auf das ursprüngliche Volum ist nach etwa dem 13. Tage eingetreten.

Versuch 2. Zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas.

Vorher zu den in § 5 erwähnten Versuchen benutzt.

Volum von Gefäß *A* etwa 236.4 ccm }
» » » *B* » 233.7 » } Differenz etwa 2.7 ccm.

Gefäß *A* am 7. Juni im Luftbade 1 Stunde von 19° auf 59° erhitzt. (Steigerung 40°.) Langsame Abkühlung.

Tabelle 6.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Vor der Erhitzung		Nach der Erhitzung				
Wägungstag 1907	Volumdifferenz $A-B$	Wägungstag 1907	Verflossene Tage	Volumdifferenz $A-B$	Abweichung vom urspr. Volum 2.728	Wägungsfehler durch Luftauftrieb
31. Mai	2.729 ccm	8. Juni	1	2.756 ccm	+0.028 ccm	−0.034 mg
1. Juni	2.732	10. »	3	2.746	+0.018	−0.022
3. »	2.721	11. »	4	2.737	+0.009	−0.011
4. »	2.727	14. »	7	2.740	+0.012	−0.014
6. »	2.731	17. »	10	2.735	+0.007	−0.008
Mittel:	2.728 ccm	19. »	12	2.730	+0.002	−0.002
Mittl. Fehler:	±0.002	21. »	14	2.732	+0.004	−0.005
Einzelbest.:	±0.004	25. »	18	2.725	−0.003	+0.004
		29. »	22	2.729	+0.001	−0.001
		8. Juli	31	2.724	−0.004	+0.005
		10. »	33	2.730	+0.002	−0.002
		16. »	39	2.729	+0.001	−0.001

	V	VI	VII
Mittel der Volumbestimmungen vom 3.—7. Tag:	2.741 ccm	+0.013 ccm	−0.016 mg
» » » » 10.—14. » :	2.732	+0.004	−0.005
» » » » 18.—39. » :	2.727	−0.001	+0.001

Als Ergebnisse sämtlicher Versuche über die Wirkung der Erwärmung lassen sich besonders drei Punkte hervorheben, von welchen die zwei letzten durch nachstehende Zusammenstellung (Tabelle 7) begründet werden.

1. Wie aus allen obigen Tabellen 1—6 ersichtlich, geben alle Wägungen, welche bis zum 3. Tage nach dem Erwärmen des Gefäßes ausgeführt worden sind, infolge noch nicht vollständig wiederhergestellter Wasserhaut erheblich zu große Gewichtsverminderungen und sind deshalb ganz zu verwerfen.

Tabelle 7.

I	II	III	IV	V	VI
Art der Gefäße	Siehe Tabelle Nr.	Dauer und Höhe der Temperatursteigerung	Ursprüngl. Gewicht erreicht nach	Werden nach dem Erhitzen die Wägungen vorgenommen zwischen dem	so ergibt sich die Gewichtsänderung zu niedrig um:
∩-Gefäße Jenaer	1	2 mal 1 St. um 10°	10 Tagen	4.— 9. Tag	0.010 mg
Geräteglas	5	2 » 2 » » 20	13 »	3.— 6. »	0.025
Volum 416 ccm	2	1 » 1 » » 40	17 »	8.—13. »	0.042
Zylindrische Gefäße	3	3 mal 2 St. um 22°	19 Tagen	7.—13. Tag	0.018 mg
Thüringer Glas	4	3 » 2 » » 30	21 »	10.—13. »	0.020
Volum 237 ccm	6	1 » 1 » » 40	18 »	3.— 7. »	0.016

2. Werden die Wägungen vorgenommen zwischen etwa dem 4. bis 13. Tage nach der Erhitzung, wie dies bei vielen später in Kap. IV beschriebenen Reaktionsversuchen geschehen war, so ist die thermische Nachwirkung noch nicht beendigt und der vorhandene Gewichtsverlust noch um gewisse Beträge zu hoch. Über die letztern gibt Kol. VI der Tabelle 7 Auskunft. Wie die Vergleichung der Kol. VI mit Kol. III zeigt, nehmen bei den ∩-Gefäßen die Beträge mit der Höhe der stattgefundenen Erwärmung zu, während bei den zylindrischen Gefäßen kein deutlicher Zusammenhang auftritt.

3. Aus der Vergleichung der Kol. III mit Kol. IV ist ersichtlich, daß bei den ∩-Röhren das Ende der thermischen Nachwirkung und damit der Eintritt des ursprünglichen Gewichts um so später erfolgte, je höher die Erwärmung war. Bei den zylindrischen Gefäßen trat dieser Einfluß nicht bestimmt zutage.

4. Durch Benutzung der in Kol. VI enthaltenen Korrektionen lassen sich nun diejenigen der älteren Reaktionsversuche berichtigen, bei welchen die Wägungen aus noch vorhandener Unkenntnis der thermischen Nachwirkung zu früh abgebrochen wurden, und die deshalb zu große Gewichtsabnahme ergeben hatten. Dies war namentlich der Fall bei den von Wärmeentwicklung begleiteten Umsetzungen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat, Eisen- und Kupfersulfat, Jodsäure und Jodwasserstoff, Jod- und Natriumsulfit, Elektrolyse von Kadmiumjodid. Um die erhaltenen Versuchszahlen korrigieren zu können, mußte die Höhe der bei den Reaktionen aufgetretenen Temperatursteigerungen ungefähr bekannt sein,

wozu in manchen Fällen nachträgliche Prüfungen notwendig waren. Diese wurden mit Hilfe von ∩-Gefäßen vorgenommen, deren obere Einfüllröhren erweitert waren, so daß Thermometer in die beiden Schenkel eingesenkt werden konnten. In diese Gefäße wurden die verschiedenen Substanzen nebst Wasser eingefüllt, und zwar in den bei den früheren Reaktionsversuchen angewandten Gewichtsmengen. Nach Bestimmung der Anfangstemperatur wurde die Mischung in der früher ausgeführten Weise vollzogen, entweder durch portionenweises Umgießen des Inhalts oder Horizontallegen der Gefäße. Selbstverständlich weichen die eintretenden Temperatursteigerungen stark untereinander ab, doch ließen sich immerhin einige Anhaltspunkte gewinnen. Es ließ sich dann aus den Kol. III und VI bisweilen auch aus den speziellen Tabellen 1—6 diejenige Korrektionszahl wenigstens annähernd feststellen, welche den bei dem betreffenden Reaktionsversuch stattgefundenen Verhältnissen am nächsten entsprach. Immerhin blieb dabei öfters noch eine Unsicherheit von einigen tausendstel Milligramm bestehen. Die in Kap. IV gegebene Beschreibung der einzelnen Reaktionsversuche enthält die näheren Angaben über die vorgenommenen Berichtigungen.

2. Volumänderung der Gefäße durch Druckänderungen im Innern.

Die vorgenommenen chemischen Reaktionen sind immer von einer Volumänderung der Gesamtmasse begleitet, welche in einer Abnahme besteht, wenn aus flüssigen Körpern sich feste abscheiden und umgekehrt. So tritt z. B. bei der Umsetzung zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat in wässerigen Lösungen von den angewandten Konzentrationen eine Verminderung des Volums der Flüssigkeitsmasse um 1,67 Prozent ein. Besitzt die in einen Apparat eingefüllte Menge der Substanzen nebst dem Wasser das Volum von 300 ccm, so hat sich dieses bei der Reaktion auf 295 ccm vermindert, und wenn über der Flüssigkeit sich 100 ccm Luft vom Drucke 760 mm befanden, muß letzterer auf 724 mm sinken. Um zu prüfen, welchen Einfluß solche Druckänderungen auf die Wandungen der ∩-Röhren, welche die Dicke von 0.75—0.8 mm besaßen, ausüben, wurde ein besonderer Apparat aus dem nämlichen Glase hergestellt. Derselbe bestand im wesentlichen aus einem geschlossenen zylindrischen Gefäß von 400 ccm Inhalt, umgeben von einem mit Wasser gefüllten Glasmantel,

welcher in eine enge graduierte Röhre auslief. Indem man die Luft im innern Zylinder verdichtete oder verdünnte, ließ sich aus der Verschiebung des Wasserstandes in der Röhre deutlich die Volumänderung feststellen, und mehrfache Versuchsreihen ergaben, daß für je 100 mm Zu- oder Abnahme des Druckes das ursprüngliche Volum von 400 ccm sich um 0.0036 ccm vermehrte oder verminderte. Da bei den Reaktionsversuchen die Druckvariation niemals 100 mm erreichte, so änderte sich somit das Volum der Gefäße in so geringem Grade, daß kein wesentlicher Auftriebsfehler bei der Wägung zu befürchten war.

3. Undichtheit der Gefäße.

a. Gegen Wasser.

Eine sehr unangenehme Eigenschaft der während der I. Arbeitsperiode benutzten Glasgefäße lag in der einigemal vorgekommenen Undichtheit ihrer Wandung. Es ergab sich dies aus der Wahrnehmung, daß bei Wägungsreihen von ein- bis zweiwöchiger Dauer die Gewichtsdifferenz $A—B$ täglich um einige hundertstel Milligramm in der gleichen Richtung zu- oder abnahm. Im ersten Falle mußte das Gefäß B, im zweiten A eine undichte Stelle haben, durch welche Flüssigkeit verdunstete, und zwar konnte entweder ein kleiner Sprung im Glase, wie er auch einmal aufgefunden wurde, oder eine durchgehende Blase in der Wandung die Schuld tragen. Glücklicherweise wurden derartige Gewichtsänderungen stets schon bei der ersten Wägungsreihe mit noch nicht in Reaktion getretenen Substanzen bemerkt, sie führten dann zu sofortiger Verwerfung des Gefäßes.

Auch in den späteren Arbeitsperioden wurde daher der etwaigen Undichtheit der Gefäße regelmäßig Beachtung geschenkt, und zwar zunächst dadurch, daß man die anfängliche Wägungsreihe einiger Reaktionsversuche mindestens acht Tage fortsetzte. Eine Gewichtsänderung, wie sie bei den alten Apparaten mehrfach vorgekommen war, ließ sich bei den jetzigen, aus Jenaer Geräteglas hergestellten Gefäßen nicht mehr beobachten, doch wurden dieselben, um Dichtheit zu erzielen, einigemal auf der inneren Seite mit einer Paraffinschicht überzogen. Eine Prüfung auf Durchlässigkeit der Glaswandung für Wasser ist ferner auf die Weise vorgenommen worden, daß man von zwei ∩-Apparaten den einen mit Wasser, den

andern mit Paraffinöl füllte und ihre Gewichtsdifferenz während fünf Monaten bestimmte. Von der letztern Flüssigkeit ließ sich ein Entweichen durch die Glaswand nicht annehmen. Es wurde kein Leichterwerden des Wasser enthaltenden Gefäßes bemerkt.

b. Undichtigkeit der Gefäße gegen Dämpfe der Substanzen.

Über die Ursache der bei den Reaktionsversuchen vielfach aufgetretenen Gewichtsabnahmen, welche ich durch Volumänderungen der Gefäße erklärt hatte, ist neulich von C. Zenghelis in Athen eine ganz andere Vermutung ausgesprochen worden. Nachdem derselbe schon früher die Verdampfbarkeit vieler fester Körper bei gewöhnlicher Temperatur aus der allmählich eintretenden Färbung darüber angebrachter Silberblättchen erkannt hatte[1], fand er, daß die Veränderung der letzteren auch eintreten kann, wenn sie an der Außenseite eines Glasgefäßes sich befinden, in dessen Innern gewisse Substanzen eingeschlossen sind[2]. So zeigte von denjenigen Körpern, welche bei meinen Reaktionsversuchen in Betracht kamen, namentlich das Jod die Eigenschaft, Glaswände leicht zu durchdringen. Befand sich dasselbe in zugeschmolzenen Glaskolben, so begann schon nach einigen Tagen eine Gelbfärbung der außerhalb befindlichen Silberblättchen, und es ließ sich nachweisen, daß sie zum Teil in Jodsilber übergegangen waren. Längere Zeit, 1—2 Wochen, dauerte es, wenn man durch die Reaktion zwischen wässerigen Lösungen von Jodsäure und Jodkalium im geschlossenen Gefäß Jod erzeugte. Bei der unter gleichen Umständen ausgeführten Umsetzung zwischen Silbernitrat und Ferrosulfat konnte nach einigen Wochen durch Analyse der Silberblättchen nachgewiesen werden, daß sie Salpetersäure und Schwefelsäure aufgenommen hatten. Auf Grund dieser Beobachtungen glaubt Zenghelis die von mir gefundenen Gewichtsabnahmen dadurch erklären zu können, daß Dämpfe der Substanzen, welche vielleicht durch Dissoziation in sehr kleine Partikel zerfallen waren, durch die Glasmasse (Poren?) entwichen sind.

Die Zenghelisschen Versuche sind ihrer auffallenden Resultate wegen bald Nachprüfungen unterworfen worden. Zuerst von den HH. A. Stock und H. Heinemann[3] in der Weise, daß zwei Kolben von 300 ccm In-

---

[1] Zeitschr. f. phys. Chemie **50**, 219 (1905); **57**, 90 (1906).
[2] Zeitschr. f. phys. Chemie **65**, 341 (1909).
[3] Ber. d. d. chem. Ges. 42, 1800 (1909).

halt und 0.5—0.8 mm Wandstärke mit Silberfolie beschickt, sodann evakuiert und nach dem Zuschmelzen in ein schließbares Gefäß gestellt wurden, in welchem sich Jodkristalle befanden. Einer der Kolben enthielt etwas Wasserdampf. In beiden war nach dreimonatlichem Stehen das Silber noch vollständig blank geblieben und löste sich in Salpetersäure ohne jeglichen Rückstand von Silberjodid. Bei einem fernern von Hrn. B. Tollens[1] angestellten Versuch wurde ein dünnwandiges, etwas Jod enthaltendes Probierrohr nach dem Zuschmelzen in eine Stöpselflasche gestellt, in welcher sich poliertes Silberblech befand, und sodann durch oft wiederholte Wägungen des Rohres geprüft, ob dasselbe an Gewicht abnahm. Dies ließ sich während einer Dauer von zwei Monaten nicht konstatieren, und ferner hatte das Silberblech seinen ursprünglichen Glanz beibehalten.

Daß Glaswandungen durchlässig sein können, hatte ich schon bei Beginn meiner Untersuchungen wahrgenommen, doch handelte es sich in jenen Fällen, wo das Gewicht eines beschickten Gefäßes täglich um einen geringen Betrag abnahm, ohne Zweifel um größere Öffnungen im Glase, wie Sprünge oder durchgehende Blasen. Anderseits hatten sich nach dem im vorigen Abschnitt erwähnten Versuch meine ∩-Röhren für Wasser vollständig dicht erwiesen.

Ich habe die Versuche von Zenghelis in der von ihm beschriebenen Weise wiederholt, und zwar zunächst unter Benutzung der nämlichen Gefäße, welche in der ersten Arbeitsperiode bei der Reduktion von Silber sowie Jod die stärksten Gewichtsabnahmen ergeben hatten. Von je zwei mit den Reaktionssubstanzen beschickten ∩-Röhren wurde nach dem Zuschmelzen die eine unverändert gelassen und in der andern die Mischung vollzogen. Dann behängte man sie mit einigen Silberblättchen, teils am Glase anliegend, teils in geringer Entfernung, und bedeckte mit einem großen Becherglase, dessen unterer Rand auf der Bodenplatte mit Paraffin gut gedichtet wurde. In das Innere ist stets etwas Wasser gebracht worden, da nach Zenghelis die Veränderung der Silberblättchen in feuchter Luft rascher erfolgen soll.

Es wurden die Reaktionen zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol sowie Jodsäure und Jodwasserstoff ($KJ + H_2SO_4$) geprüft, und hierbei zeigte

[1] Ber. d. d. chem. Ges. 42, 2013 (1909).

es sich, daß bei keinem der vier Apparate selbst nach Verfluß von 2½ Monaten die mindeste Färbung oder ein Mattwerden des Glanzes der Silberblättchen eingetreten war. Dasjenige Gefäß, in welchem Abscheidung von Jod stattgefunden hatte, war noch mit einigen Streifen Stärkepapier umgeben worden, und diese schienen nach etwa 30 Tagen eine schwach bläuliche Färbung anzunehmen, welche aber später wieder verschwand. Ein weiterer Apparat, in welchem sich trockenes Jod befand, ließ ebenfalls kein Entweichen desselben beobachten.

Bei Beginn der Versuche waren gleichzeitig einige Silberblättchen durch Aufhängen in einem offenen Becherglase der Luft des Zimmers ausgesetzt worden. Durch den Schwefelwasserstoff des Leuchtgases hatten dieselben nach 24 Tagen gelbliche Flecken und später eine gleichförmig goldgelbe Färbung angenommen.

Die Ursache, weshalb die obigen Versuche ein anderes Resultat ergaben als die von Zenghelis angestellten, kann darin liegen, daß meine Gefäße die Wandstärke von 1.10—1.16 mm besaßen, die seinigen dagegen nur 0.51—0.71 mm. Wie er fand, gehen die Dämpfe um so leichter hindurch, je dünner die Glaswandung ist. Es sind deshalb noch folgende Gefäße geprüft worden: erstens eine ∩-Röhre aus Jenaer Geräteglas, wie ich solche in der zweiten Periode meiner Wägungsversuche benutzt hatte; die Glasdicke betrug 0.78—0.85 mm, das Volum etwa 425 ccm. Zweitens wurde, wie Zenghelis es gelegentlich seines Versuchs Nr. VI beschreibt, bei zwei Kolben aus Thüringer Glas (Gundelach) von 300 und 400 ccm Inhalt die Wandung an vier Stellen vor der Lampe zu nußgroßen Erhöhungen aufgeblasen. Die Glasdicke betrug an diesen Stellen 0.18—0.27 mm. Alle drei Gefäße waren mit Jodkristallen beschickt und unter mit Paraffin gedichteten Glasglocken aufbewahrt worden. Während eines Zeitraums von drei Monaten ließ sich bei keinem derselben die mindeste Veränderung der umgebenden Silberblättchen wahrnehmen, während Zenghelis angibt, daß das Jod in vier Tagen schon das Silberblatt angefressen hatte, und letzteres dünn und fast durchscheinend wie Zigarettenpapier erschien.

Zu bemerken ist noch, daß während der obigen Versuche auch die Einwirkung der Zimmerluft auf Silberblättchen geprüft wurde, indem man einige derselben in einem offenen Becherglase aufhing. Sie begannen stets nach 24—30 Tagen entweder gelbe Flecken oder eine gleichmäßige gelb-

liche Färbung anzunehmen, welche sich allmählich verstärkte. Die Ursache lag ohne Zweifel darin, daß durch Undichtheit der Gasleitung etwas schwefelwasserstoffhaltiges Leuchtgas in das Zimmer gelangte.

Die Wiederholung der Versuche von C. Zenghelis hat gezeigt, daß die von ihm gegebene Erklärung der bei gewissen Reaktionen beobachteten Gewichtsabnahmen nicht zutreffend sein kann. Es sprechen aber auch noch andere Gründe gegen dieselbe. Erstens traten die Verminderungen des Gewichtes immer gleich nach Vornahme der Umsetzung auf, während sie sehr allmählich sich hätten einstellen müssen, wenn die Ursache in dem Entweichen der Substanzen durch die Glaswandung lag. Zweitens ist folgendes zu bedenken: bei den Reaktionsversuchen sind immer drei Wägungsreihen zur Bestimmung der Gewichtsdifferenz der Gefäße A und B vorgenommen worden, nämlich: I. im anfänglichen Zustande, II. nach der Reaktion im Apparat A, III. nach derjenigen in B. Bei den Wägungen I sowie III war der Inhalt beider Gefäße übereinstimmend und nur bei II verschieden; es ließ sich demnach allein in dem letzteren Falle ungleiche Verdampfung der Substanzen und somit Gewichtsänderung erwarten. Die letztere trat jedoch auch stets bei der Wägung III auf.

Die Beobachtung, daß Reaktionen in ∩-Röhren, deren innere Wandung mit einer Paraffinschicht überzogen war, kleinere Gewichtsabnahmen ergaben als in nicht bekleideten, könnte allerdings zugunsten der Zenghelisschen Ansicht gedeutet werden. Wie ich schon früher erwähnte, liegt aber die Ursache möglicherweise in der schlechten Wärmeleitung des Paraffins, wodurch die Übertragung der Reaktionswärme auf die Glaswandung vermindert wird.

4. Änderungen des Gewichtes der Apparate durch auf die Außenseite geratene fremde Körper. Da die Gefäße behufs Ausführung der Reaktion aus der Wage genommen, gelegentlich angefaßt, auch mit einem feinen leinenen Tuche abgewischt wurden, so war es nötig, zu untersuchen, ob solche Manipulationen von Einfluß sein können. Derartige Prüfungen haben nie bestimmte Wirkungen erkennen lassen. Nur einmal wurde als Ursache einer aufgetretenen Gewichtsvermehrung von 0.1 mg ein am Apparate hängendes, vom Staubpinsel stammendes Haar aufgefunden.

5. Konstanz der Stative. Die vergoldeten Stative für die Apparate wurden gleichfalls auf Gewichtskonstanz geprüft. Der eine Apparat wurde

mittels Platindrahts um etwa 4 mg schwerer gemacht als der andere. Die folgende Beobachtungsreihe zeigt, daß das Gewicht während 11 Tagen ganz unverändert blieb:

	Gewichtsdifferenz des Apparates
21. Januar 03	3.853 mg
24. » 03	3.867 »
24. » 03	3.854 »
26. » 03	3.865 »
28. » 03	3.861 »
30. » 03	3.860 »
31. » 03	3.866 »
1. Febr. 03	3.853 »

D. Bestimmung des Gesamtversuchsfehlers durch Beschickung der Gefäße mit nichtreaktionsfähigen Substanzen.

Wie schon in der Einleitung (Kap. I, B, Zweite Versuchsperiode) erwähnt, sind diese Bestimmungen genau in der gleichen Weise ausgeführt worden wie die Reaktionsversuche. Die Apparate wurden aber jetzt mit indifferenten Flüssigkeiten beladen, oder man verwandte zwei Gefäße, in welchen vorher eine Reaktion vorgenommen worden war, und wiederholte mit dem nunmehr gleichförmigen Inhalt die Manipulationen des Umgießens, Schüttelns usw.

Die Versuche sind teils in der Weise geleitet worden, daß man, um die fehlende Reaktionswärme zu ersetzen, das eine Gefäß kurze Zeit auf etwa 25°, 35°, 40° erhitzte. Bei anderen, und zwar der Mehrzahl, wurde die gewöhnliche Temperatur von etwa 18° innegehalten.

Die Wägungen wurden sämtlich mittels der Rueprechtschen Präzisionswage ausgeführt. Bezüglich der Wägungstabellen sind folgende Bemerkungen zu machen:

1. Die in den Kolumnen Wägungstag vorkommenden Buchstaben M und A bedeuten die Zeiten mittags 12—2 Uhr und abends 6—8 Uhr.

2. In Verfolg der im Allgemeinen Teil Kap. III, B 4b (Wägungsfehler) gegebenen Erörterungen sind bei den Wägungen die beiden Gefäße vielfach in 2 oder auch 4 verschiedenen Stellungen auf die Wageschalen gesetzt

worden, um den Einfluß der unsymmetrischen Zentrierung auszugleichen. In den mit Lage der Apparate A und B bezeichneten Kolumnen bedeutet a eine bestimmte Anfangsstellung und g die um 180° gedrehte Lage des Gefäßes. War A der Versuchsapparat und B der Taraapparat, so wurden die Stellungen $a\,a$ und $g\,a$ benutzt, im umgekehrten Falle $a\,a$ und $a\,g$. Mehrfach waren auch die Lagen $a\,a$ und $g\,g$ angewandt worden. Die Mittel aus den beiden zusammengehörigen Wägungen stimmen, wie aus den Tabellen ersichtlich, meist sehr nahe überein. Wenn die Zentrierung der Gefäße, welche nach jeder Behandlung derselben mittels der im Kap. III, B 4b beschriebenen Vorrichtung neu vorgenommen wurde, ungenügend gelang, so sind 4 Teilwägungen mit den Stellungen $a\,a$, $a\,g$, $g\,g$ und $g\,a$ ausgeführt und das Mittel aus denselben gezogen worden.

3. In den früheren Publikationen war bei den schließlich resultierenden Gewichtsänderungen stets der größtmögliche Wägungsfehler derselben angegeben worden, erhalten durch Summierung der den Beobachtungsreihen I u. II (bzw. II u. III) anhaftenden Fehler f und f_1. In der vorliegenden Abhandlung wurde mit mehr Berechtigung immer der mittlere Wägungsfehler $(\sqrt{f^2+f_1^2})$ festgehalten.

Erste Versuchsreihe.

Versuche Nr. 1, 2, 3.

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Wasser. In jedem Schenkel 130 g.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	359.272 g	393.701 ccm
	Platindraht	2.077	0.096
		361.349 g	393.797 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	359.091 g	389.918 ccm
	Zusatzkörper aus Glas	2.106	3.790
	Platindraht	0.148	0.007
		361.345 g	393.715 ccm
	Differenz $A-B$	etwa 4 mg	0.082 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ) 413.51 g.

Infolge der etwas großen Volumdifferenz beider Gefäße wurden die Wägungen auf den luftleeren Raum reduziert, und zu diesem Behufe aus der Temperatur t im Wagekasten und dem Barometerstand B die jeweilige Luftdichte (Gewicht von 1 ccm feuchter Luft in mg) nach der von Kohlrausch[1] gegebenen Formel $\frac{1.295}{1 + 0.004\,t} \cdot \frac{B}{760}$ bestimmt.

Die Apparate sind bei den Wägungen stets in der gleichen Stellung auf die Wageschalen gesetzt worden.

Versuch 1. (Jan.-Febr. 1903.)

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate auf den Wageschalen	A	B	Beobachtete Gewichts-differenz $A-B$
29. Jan. A	Anfangsstellung	a	a	4.077 mg
30. » M	»	a	a	4.079
31. » M	A und B neu zentriert	a	a	4.055
1. Febr. M	Unverändert	a	a	4.087

Mittel: 4.075 mg in Luft
Mittlerer Fehler: ±0.007
Größte Wägungsdifferenz: 0.032

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur im Wagekasten	Barometer 0°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs-korrektion für 0.082 ccm	Korrigierte Gewichts-differenz $A-B$
18.05°	762.9 mm	1.212 mg	+0.099 mg	4.176 mg
17.50	760.9	1.212	+0.099	4.178
17.85	761.9	1.212	+0.099	4.154
16.95	750.7	1.198	+0.098	4.185

Mittel: 4.173 mg im Vak.
Mittlerer Fehler: ±0.007
Größte Wägungsdifferenz: 0.031

[1] F. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik. 11. Aufl. S. 81. (1910.)

II. Nach dem Umschütteln des App. *A*.

Wägungstag 1903	Stellung der Gefäße auf der Wage	*A* *B*	Beobachtete Gewichts-differenz *A*—*B*
3. Febr. M	Anfangslage	*a* *a*	4.066 mg
3. » A	»	*a* *a*	4.055
4. » M	»	*a* *a*	4.056
6. » A	*A* und *B* zentriert	*a* *a*	4.091
7. » M		*a* *a*	4.089
8. » M	*A* und *B* zentriert	*a* *a*	4.075
8. » A		*a* *a*	4.070

Mittel: 4.072 mg in Luft
Mittlerer Fehler: ±0.005
Größte Differenz: 0.036

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur im Wagekasten	Barometer 0°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs-korrektion für 0.082 ccm	Korrigierte Gewichts-differenz *A*—*B*
17.63°	759.3 mm	1.209 mg	+0.099 mg	4.165 mg
16.70	761.9	1.217	+0.100	4.155
18.02	765.5	1.217	+0.100	4.156
18.10	764.8	1.216	+0.100	4.191
18.01	762.3	1.207	+0.099	4.188
17.80	757.7	1.206	+0.099	4.174
17.92	756.3	1.202	+0.098	4.168

Mittel: 4.171 mg im Vak.
Mittlerer Fehler: ±0.005
Größte Differenz: 0.036

Resultate:

	A—*B*	Fehler	Gewichtsänderung
a) Ohne Vakuumkorrektion			
I. Ursprüngliche Apparate	4.075 mg	±0.007	—0.003 mg ±0.009
II. Nach Behandlung von App. *A*	4.072	±0.005	
b) Mit Vakuumkorrektion			
I. Ursprüngliche Apparate	4.173	±0.007	—0.002 ±0.009
II. Nach Behandlung von App. *A*	4.171	±0.005	

Endresultat.

Versuch 1. Apparat *A*. Gewichtsänderung: **— 0.002** mg ± 0.009.

Die Weiterführung des Versuchs auf Apparat *B* war nicht möglich, weil beim Umschütteln desselben einer der angehängten feinen Platindrähte verloren ging. Nachdem derselbe ersetzt und eine neue Ausgleichung beider Gefäße stattgefunden hatte, dienten die letztern zu den folgenden zwei Versuchen.

Versuch 2 und 3.

Das Gewicht und Volum der beiden ∩-Gefäße betrug jetzt:

Gefäß	Gewicht	Volum bei 15.95°
A	361.427 g	393.895 ccm
B	361.423	393.834
Differenz	etwa 4 mg	0.061 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) 413.58 g

Es wurden stets Doppelwägungen in der Art ausgeführt, daß man die beiden Gefäße erst in einer Anfangsstellung (*a*) und sodann in der um 180° gedrehten Lage (*g*) auf die Wageschalen setzte.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A—B*	Mittel *A—B*
18. Febr. M	*a*	*a*	4.389 mg	4.401 mg
18. " A	*g*	*g*	4.413	
19. " M	*a*	*a*	4.405	4.413
20. " M	*g*	*g*	4.422	

Mittel: 4.407 mg in Luft
Fehler: ± 0.006
Größte Wägungsdifferenz: 0.012

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur in der Wage	Barometer 0°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebskorrektion für 0.061 ccm	Korrigierte Gewichtsdifferenz *A—B*	Mittel *A—B*
18.58°	772.0 mm	1.225 mg	0.075 mg	4.464 mg	4.476 mg
18.36	772.9	1.227	0.075	4.488	
18.22	766.5	1.217	0.074	4.479	4.488
17.99	763.7	1.214	0.074	4.496	

Mittel: 4.482 mg im Vak.
Fehler: ± 0.006

II. Nach dem Umschütteln von Apparat *A*

(am 20. Februar; da keine Erhitzung des Apparates vorgenommen worden war, lag gegen die Fortsetzung der Wägungen am nächsten Tage kein Bedenken vor.)

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
21. Febr. M	*a*	*a*	4.396 mg	4.413 mg
21. " A	*g*	*g*	4.430	
22. " M	*a*	*a*	4.400	4.411
22. " A	*g*	*g*	4.422	
			Mittel:	4.412 mg in Luft
			Fehler:	±0.001

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur in der Wage	Barometer 0°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs-korrektion für 0.061 ccm	Korrigierte Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
18.00°	760.6 mm	1.209 mg	0.074 mg	4.470 mg	4.487 mg
18.00	758.8	1.206	0.073	4.503	
17.70	759.7	1.208	0.074	4.474	4.485
17.70	759.8	1.208	0.074	4.496	
				Mittel:	4.486 mg im Vak.
				Fehler:	±0.001

III. Nach dem Umschütteln von Apparat *B*

(am 22. Februar).

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße *A*	*B*	Beobachtete Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
23. Febr. M	*a*	*a*	4.417 mg	4.406 mg
23. " A	*g*	*g*	4.395	
24. " M	*a*	*a*	4.410	4.404
24. " A	*g*	*g*	4.398	
25. " M	*a*	*a*	4.420	4.406
25. " A	*g*	*g*	4.392	
			Mittel:	4.405 mg in Luft
			Fehler:	±0.001

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur in der Wage	Barometer 0°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs-korrektion für 0.061 ccm	Korrigierte Gewichts-differenz $A-B$	Mittel $A-B$
18.09°	748.2 mm	1.189 mg	0.073 mg	4.490 mg	4.479 mg
18.11	748.8	1.190	0.073	4.468	
17.50	759.8	1.212	0.074	4.484	4.478
17.72	761.7	1.215	0.074	4 472	
18.35	762.3	1.211	0.074	4.494	4.480
17.90	763.9	1.218	0.074	4.466	

Mittel: 4.479 mg im Vak.
Fehler: ±0.001

Resultate:

a) Ohne Vakuumreduktion

		Wägungs-reihe	$A-B$	Fehler	Gewichtsänderung
Versuch 2.	App. *A*	I	4.407 mg	±0.006	+0.005 mg ±0.006
		II	4.412	±0.001	
Versuch 3.	App. *B*	III	4.405	±0.001	+0.007 ±0.001

b) Mit Vakuumreduktion

		Wägungs-reihe	$A-B$	Fehler	Gewichtsänderung
Versuch 2.	App. *A*	I	4.482	±0.006	+0.004 ±0.006
		II	4.486	±0.001	
Versuch 3.	App. *B*	III	4.479	±0.001	+0.007 ±0.001

Endresultat.

Versuch 2. App. *A*. Gewichtsänderung: **+0.004** mg ±0.006
Versuch 3. App. *B*. Gewichtsänderung: **+0.007** ±0.001

Wie schon bei Versuch 1 zeigt sich auch hier, daß die Reduktion der Wägungen auf den luftleeren Raum das Resultat gar nicht (Vers. 3) oder nur unwesentlich (Vers. 2) ändert.

In den obigen Tabellen tritt ferner der sehr günstige Einfluß auf die Wägungsresultate zutage, welcher eintritt, wenn die Gefäße in zwei Lagen (*a* und *g*) auf die Wageschalen gesetzt werden.. Die Mittel aus solchen Wägungspaaren zeigen eine sehr nahe Übereinstimmung.

Zweite Versuchsreihe.

Versuche Nr. 4, 5 (Juni 1903).

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung: App. *A* in jedem Schenkel 107.8 g Wasser
App. *B* » » » 107.8 g Paraffinöl

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	352.453 g	402.134 ccm
	Glaskörper	1.958	3.220
	Platindraht	0.124	0.005
		354.535 g	405.359 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	351.171 g	405.200 ccm
	Platindraht	3.360	0.156
		354.531 g	405.356 ccm
Differenz *A*—*B*		etwa 4 mg	0.003 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ) 406.69 g.

Die Apparate waren Anfang Januar 1903 hergerichtet worden, und dienten zunächst zu der Prüfung, ob die Glaswandung der ∩-Gefäße für Wasser vollständig undurchlässig ist (s. Kap. III, C 3). Demzufolge wurde während einer Dauer von 5 Monaten durch zeitweise vorgenommene Wägungen bestimmt, ob das Gewicht des Wasser enthaltenden Gefäßes sich gegen das mit Paraffinöl gefüllten verminderte. Bei dem letzteren konnte kein Wandern der Flüssigkeit durch das Glas angenommen werden. Die bis Mitte Juni fortgesetzten Versuche ergaben keine erkennbaren Gewichtsabnahmen.

Es folgten dann die nachstehenden Versuche über den Einfluß des Umschüttelns der Apparate sowie gelindere Erwärmung derselben. Zu diesem Behufe wurde ihre Temperatur von etwa 17° auf 25° gesteigert, was durch Einsetzen in mit Wassermantel umgebenes Luftbad geschah. Dauer der Erwärmung 30 Minuten.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
16. Juni M	*a*	*a*	4.396 mg	4.395 mg
16. » A	*g*	*a*	4.393	
17. » M	*a*	*a*	4.368	4.377
17. » A	*g*	*a*	4.386	
			Mittel:	4.386 mg
			Fehler:	±0.009

II. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Gefäßes *A*.
(17. Juni)

Wägungstag 1903	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
19. Juni M	*a*	*a*	4.403 mg	4.394 mg
19. " A	*g*	*a*	4.384	
20. " M	*a*	*a*	4.381	4.382
21. " M	*g*	*a*	4.383	
			Mittel:	4.388 mg
			Fehler:	±0.006

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Gefäßes *B*.
(21. Juni)

Wägungstag 1903	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
23. Juni M	*a*	*a*	4.378 mg	4.397 mg
24. " M	*a*	*g*	4.416	
25. " M	*a*	*a*	4.390	4.393
25. " A	*a*	*g*	4.396	
			Mittel:	4.395 mg
			Fehler:	±0.002

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A—B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 4.	App. *A*	I	4.386 mg ± 0.009	**+ 0.002** mg ± 0.011
		II	4.388 ± 0.006	
Versuch Nr. 5.	App. *B*	II		**— 0.007** ± 0.007
		III	4.395 ± 0.002	

Dritte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 6, 7 (März 1904).

∩-Gefäße aus Quarzglas. Öffnung im Knallgasgebläse zugeschmolzen.

Füllung beider Gefäße: In dem einen Schenkel 135 g Quecksilber, in dem andern 135 g Wasser.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	317.452 g	386.472 ccm
	Platindraht	2.734	0.127
		320.186 g	386.599 ccm

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. B	Gefäß + Füllung	317.405 g	385.342 ccm
	Quarzröhrchen (d = 2.202)	2.505	1.240
	Platindraht	0.272	0.013
		320.182 g	386.595 ccm
	Differenz $A-B$	etwa 4 mg	0.004 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01) 364.19 g.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
9. März M	*a*	*a*	4.378 mg	4.375 mg
9. » A	*g*	*a*	4.372	
11. » M	*a*	*a*	4.390	4.387
11. » A	*g*	*a*	4.384	
			Mittel:	4.381 mg
			M. Fehler:	± 0.006

II. Nach dem Umschütteln des Gefäßes A.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
16. März M	*a*	*a*	4.384 mg	4.378 mg
16. » A	*g*	*a*	4.372	
18. » M	*a*	*a*	4.379	4.376
18. » A	*g*	*a*	4.373	
			Mittel:	4.377 mg
			M. Fehler:	± 0.001

III. Nach dem Umschütteln des Gefäßes B.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
23. März M	*a*	*a*	4.399 mg	4.395 mg
23. » A	*a*	*g*	4.391	
25. » M	*a*	*a*	4.402	4.389
27. » M	*a*	*g*	4.376	
			Mittel:	4.392 mg
			M. Fehler:	± 0.003

Resultate:[1]

			Gewichtsdifferenz *A—B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 6.	App. *A*	I	4.381 mg ± 0.006	**— 0.004** mg ± 0.006
		II	4.377 ± 0.001	
Versuch Nr. 7.	App. *B*	III	4.392 ± 0.003	**— 0.015** ± 0.003

Vierte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 8, 9 (Mai 1904).

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Jod und Kaliumhydrosulfatlösung. Die Apparate hatten vorher zu dem Januar und Februar 1904 vorgenommenen Reaktionsversuch zwischen Jodwasserstoff (Jodkalium + Schwefelsäure) und Jodsäure Nr. 1 gedient. Nach den damals eingefüllten Mengen dieser Körper mußten nach der Umsetzung vorhanden sein: 64.9 g Jodniederschlag und 287 g wässerige Lösung von Kaliumhydrosulfat. Inhalt auf beide Schenkel gleichförmig verteilt.

Ausgleichung. Eine neue Untersuchung der bereits zu dem frühern Reaktionsversuch äquilibrierten Apparate nebst ihren Zusatzkörpern gab:

Apparat	Gewicht	Volum bei 15.8°
A	441.572 g	398.699 ccm
B	441.568	398.694
Differenz *A—B*	etwa 4 mg	0.005 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 524.50 g.

Infolge befriedigender Zentrierung konnten die Apparate stets in der gleichen Stellung auf die Wageschalen gesetzt werden.

[1] Eine frühere, in der Abh. III der Sitzungsber. (1906. 283. Tab.) angeführte Berechnung hatte kleine Abweichungen von den jetzigen Zahlen ergeben. Es war gefunden worden: Für Versuch Nr. 6: —0.008 mg, und für Nr. 7: —0.017 mg.

I. Anfänglich		II. Nach dem Umschütteln des Apparates *A*		III. Nach dem Umschütteln des Apparates *B*	
Wägungstag 1904	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1904	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1904	Gewichts-differenz *A—B*
30. April M	4.164 mg	9. Mai M	4.175 mg	17. Mai M	4.168 mg
2. Mai M	4.148	10. » M	4.174	18. » A	4.151
3. » A	4.145	11. » A	4.167	19. » A	4.166
4. » A	4.169	13. » A	4.157	22. » A	4.163
6. » M	4.160	14. » M	4.187	28. » M	4.153
7. » M	4.166	14. » A	4.178	30. » M	4.164
Mittel:	4.159 mg	Mittel:	4.173 mg	Mittel:	4.161 mg
M. Fehler:	±0.004	M. Fehler:	±0.004	M. Fehler:	±0.003
Gr.Wäg.-Diff.:	0.024	Gr.Wäg.-Diff.:	0.030	Gr.Wäg.-Diff.:	0.017

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A—B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 8.	App. *A*	I	4.159 mg ± 0.004	**+ 0.014** mg ± 0.006
		II	4.173 ± 0.004	
Versuch Nr. 9.	App. *B*	II	4.173 ± 0.004	**+ 0.012** ± 0.005
		III	4.161 ± 0.003	

Fünfte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 10—13.

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Kupfer und Ferrosulfatlösung. Die Wägungen bildeten die Fortsetzung des im Februar und März 1904 ausgeführten Versuchs über die Reaktion zwischen Eisen und Kupfersulfat, Versuch Nr. 3, 4 (Kap. IV). Nach erfolgter Umsetzung mußten in jedem Gefäß vorhanden sein: 17.0 g metallisches Kupfer und 236 g wässerige Lösung, enthaltend 40.8 g Ferrosulfat nebst 3.0 g überschüssigem Kupfersulfat.

Ausgleichung. Dieselbe war nach den bei dem oben bemerkten Reaktionsversuch gegebenen Zahlen folgende:

Gefäß	Gewicht	Volum bei 17.0°
A	422.320 g	409.348 ccm
B	422.316	409.352
Differenz *A—B*	etwa 4 mg	0.004 ccm

Schalenbelastung 505.25 g.

a. Versuche Nr. 10 und 11 (März 1904).

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
9. März M	*a*	*a*	4.382 mg	4.394 mg
9. " A	*g*	*a*	4.406	
10. " M	*a*	*a*	4.377	4.306
10. " A	*g*	*a*	4.395	
			Mittel:	4.390 mg
			M. Fehler:	±0.004

Vor Ausführung der Wägungen wurde Gefäß *A* nur umgeschüttelt und neu zentriert, Gefäß *B* außerdem zweimal einer halbstündigen Erwärmung von etwa 18° auf 35° ausgesetzt.

II. Nach dem Umschütteln des Apparates *A*.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
12. März M	*a*	*a*	4.397 mg	4.411 mg
12. " A	*g*	*a*	4.425	
14. " M	*a*	*a*	4.397	4.403
14. " A	*g*	*a*	4.409	
15. " M	*a*	*a*	4.390	4.400
15. " A	*g*	*a*	4.410	
			Mittel:	4.405 mg
			M. Fehler:	±0.004

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Apparates *B*.
(16. März.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
19. März M	*a*	*a*	4.426 mg	4.414 mg
19. " A	*a*	*g*	4.402	
20. " A	*a*	*a*	4.432	4.412
21. " M	*a*	*g*	4.392	
21. " A	*a*	*a*	4.451	4.418
22. " M	*a*	*g*	4.386	
			Mittel:	4.415 mg
			M. Fehler:	±0.002

Resultate:

			Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 10.	App. A	I	4.390 mg ± 0.003	**+0.015** mg ± 0.005
		II	4.405 ± 0.004	
Versuch Nr. 11.	App. B	II	4.405 ± 0.004	**−0.010** ± 0.004
		III	4.415 ± 0.002	

b. Versuche Nr. 12 und 13 (Dezember 1904).

Zu denselben dienten die früheren Gefäße, nachdem sie acht Monate unter einer Glasglocke gestanden, und sodann durch Abwischen mittels eines feinen Leintuches von etwa anhängenden Staubteilchen gereinigt worden waren. Ferner wurden die zur Ausgleichung benutzten Platindrähte geglüht. Die Gewichtsdifferenz $A-B$ fand sich in der Folge stets um etwa 0.4 mg kleiner als bei den im März vorgenommenen Wägungen.

Bei beiden Versuchen wurde außer dem Umschütteln und Zentrieren der Gefäße auch Erwärmung derselben vorgenommen, und zwar durch halbstündiges Einsetzen in ein auf 40° erhitztes Luftbad.

Während dieser Versuchsreihe nahm man ferner Gelegenheit, die Unveränderlichkeit der Wage während längeren Gebrauchs derselben zu prüfen. Dies geschah durch wiederholte Wägung der schon Kap. III, B 3 erwähnten 400 g Gewichtsstücke, welche sich um etwa 4 mg unterschieden. Wie aus den nachfolgenden Zahlen ersichtlich, wichen die mehrfachen Bestimmungen dieser Differenz erst in der vierten Dezimalstelle der Milligramme voneinander ab, die Wage gab also stets zuverlässige Resultate.

a. 400-g-Stücke (28. November 1904) Differenz 4.2588 mg.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904		Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
29. Nov.	M	a	a	4.043 mg	4.043 mg
30. »	M	g	a	4.042	
1. Dez.	M	a	a	4.032	4.041
1. »	A	g	a	4.050	
2. »	A	a	a	4.045	4.045
3. »	M	g	a	4.045	
				Mittel:	4.043 mg ± 0.001

b. 400-g-Stücke (5. Dezember 1904) Differenz 4.2591 mg.

II. Nach Umschütteln und Erwärmen des Apparates *A*.

(3. Dezember.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
6. Dez. A	*a*	*a*	4.021 mg	4.018 mg
7. » A	*g*	*a*	4.015	
8. » M	*a*	*a*	4.024	4.022
9. » A	*g*	*a*	4.020	
			Mittel:	4.020 mg ±0.002

c. 400-g-Stücke (10. Dezember 1904) Differenz 4.2589 mg.

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Apparates *B*.

(9. Dezember.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
11. Dez. M	*a*	*a*	4.034 mg	4.047 mg
11. » A	*a*	*g*	4.060	
12. » M	*a*	*a*	4.038	4.040
13. » M	*a*	*g*	4.042	
			Mittel:	4.044 mg ±0.004

d. 400-g-Stücke (14. Dezember 1904) Differenz 4.2585 mg.

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A–B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 12.	App. *A*	I	4.043 mg ± 0.001	
		II	4.020 ± 0.002	**—0.023** mg ± 0.002
Versuch Nr. 13.	App. *B*	III	4.044 ± 0.004	**—0.024** ± 0.004

Sechste Versuchsreihe.

Versuche Nr. 14 bis 17.

a. Versuche Nr. 14, 15 (Februar 1905).

Gefäße von 0-Form mit Vakuummantel.

Füllung: Silber und Ferrisulfatlösung. Die Wägungen schlossen sich an einen im Januar 1905 ausgeführten Versuch über die Reaktion

zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol. Nach erfolgter Umsetzung müssen in den Gefäßen vorhanden sein: 24.2 g schwammförmiges Silber und 234.8 g wässerige Lösung, enthaltend 44.9 g Ferrisulfat.

Die Ausgleichung der für den Reaktionsversuch hergerichteten Apparate hatte ergeben:

Apparat	Gewicht	Volum bei 15.8°
A	547.037 g	591.734 ccm
B	547.034	591.728
Differenz *A*—*B*	etwa 3 mg	0.006 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 103.20 g) 650.24 g.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
10. Febr. M	*a*	*a*	3.414 mg	3.412 mg
11. » M	*g*	*a*	3.410	
12. » M	*a*	*a*	3.425	3.421
12. » A	*g*	*a*	3.417	
13. » M	*a*	*a*	3.424	3.424
14. » M	*g*	*a*	3.424	
			Mittel:	3.419 mg
			M. Fehler:	±0.004

II. Nach dem Umschütteln des Gefäßes *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
16. Febr. M	*a*	*a*	3.418 mg	3.411 mg
17. » M	*g*	*a*	3.404	
18. » M	*a*	*a*	3.419	3.409
19. » M	*g*	*a*	3.399	
			Mittel:	3.410 mg
			M. Fehler:	±0.001

III. Nach dem Umschütteln des Gefäßes *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel *A—B*
21. Febr. M	*a*	*a*	3.412 mg	3.401 mg
22. " M	*a*	*g*	3.390	
23. " M	*a*	*a*	3.398	3.407
23. " A	*a*	*g*	3.416	
			Mittel:	3.404 mg
			M. Fehler:	±0.003

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A—B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 14.	App. *A*	I	3.419 mg ± 0.004	**— 0.009** mg ± 0.004
		II	3.410 ± 0.001	
Versuch Nr. 15.	App. *B*	III	3.404 ± 0.003	**+ 0.006** ± 0.003

b. **Versuche Nr. 16, 17** (März 1905).

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas, auf der Innenwand mit einer Paraffinschicht bekleidet.

Füllung: Silber und Ferrisulfatlösung als Umwandlungsprodukt des Reaktionsversuchs zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat Kap. IV, 1, Nr. 2, 3. März 1905. Zufolge der bei diesem angegebenen Mischungsverhältnisse mußte jedes Gefäß enthalten: 24.2 g schwammförmiges Silber und 281 g wässerige Lösung von Ferrisulfat.

Die Ausgleichung der fertigen Apparate war:

Apparat	Gewicht	Volum bei 16.60°
A	397.362 g	403.419 ccm
B	397.358	403.389
Differenz *A—B*	etwa 4 mg	0.030 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 441.37 g.

Die Wägungen schlossen sich unmittelbar an den erwähnten Reaktionsversuch an. Die bei diesem erhaltene Wägungsreihe III bildete den jetzigen Anfangspunkt, und man hat hiernach:

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
17. März M	*a*	*a*	3.669 mg	3.666 mg
17. " A	*a*	*g*	3.662	
18. " M	*a*	*a*	3.675	3.680
18. " A	*a*	*g*	3.685	
19. " M	*a*	*a*	3.690	3.682
19. " A	*a*	*g*	3.675	
			Mittel:	3.676 mg
			M. Fehler:	±0.005

II. Nach dem Umschütteln des Apparates *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
22. März M	*a*	*a*	3.651 mg	3.675 mg
22. " A	*g*	*a*	3.698	
23. " M	*a*	*a*	3.657	3.664
23. " A	*g*	*a*	3.671	
24. " M	*a*	*a*	3.664	3.682
24. " A	*g*	*a*	3.700	
			Mittel:	3.674 mg
			M. Fehler:	±0.005

III. Nach dem Umschütteln des Apparates *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A–B*	Mittel *A–B*
26. März M	*a*	*a*	3.669 mg	3.677
27. " M	*a*	*g*	3.685	
28. " M	*a*	*a*	3.677	3.673
28. " A	*a*	*g*	3.668	
			Mittel:	3.675 mg
			M. Fehler:	±0.002

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A–B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 16.	App. *A*	I	3.676 mg ± 0.005	**–0.002** mg ± 0.007
		II	3.674 ± 0.005	
Versuch Nr. 17.	App. *B*	II	3.674 ± 0.005	**–0.001** ± 0.005
		III	3.675 ± 0.002	

Siebente Versuchsreihe.

Versuche Nr. 18, 19 (Oktober 1905).

∩-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung: Wässerige Uranylnitratlösung, in jedem Apparat 272 g, enthaltend 106.75 g wasserfreies Salz.

Die Versuche wurden mit den noch beladenen Apparaten vorgenommen, welche im Juli 1905 zu dem Lösungsversuch Uranylnitrat $UO_2(NO_3)_2 + 6\,aq$ in Wasser (Nr. 3) gedient hatten.

Ausgleichung. Nach den früheren Angaben war:

Apparat	Gewicht	Volum bei 17.5°
A	367.138 g	409.907 ccm
B	367.134	409.888
Differenz *A*—*B*	etwa 4 mg	0.019 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.02 g) 411.15 g.

Bei den Wägungen mußten, weil eine gute Zentrierung der Apparate nicht gelungen war, die letzteren in vier verschiedenen Stellungen auf die Wageschalen gesetzt werden. Es wurde die Ausführung von je einer derartigen Wägungsreihe als genügend erachtet, da die Mittel mehrerer, wie im Kap. III, B 3 b erörtert, stets sehr nahe übereinstimmen. Die Gewichtsbestimmungen lieferten folgende Ergebnisse:

I. Anfänglich.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	Lage der Apparate *B*	Gewichts-differenz *A*—*B*
6. Okt. M	*a*	*a*	3.875 mg
7. „ M	*g*	*a*	3.903
7. „ A	*g*	*g*	3.950
8. „ M	*a*	*g*	3.938
		Mittel:	3.917 mg

II. Nach dem Umschütteln des Apparates *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*
10. Okt. M	*a*	*a*	3.834 mg
10. „ A	*g*	*a*	3.943
11. „ M	*g*	*g*	4.013
11. „ A	*a*	*g*	3.900
		Mittel:	3.923 mg

III. Nach dem Umschütteln des Apparates *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*
13. Okt. M	*a*	*a*	3.912 mg
13. „ A	*g*	*a*	4.023
14. „ M	*g*	*g*	3.934
14. „ A	*a*	*g*	3.836
		Mittel:	3.926 mg

Resultate:

			Gew.-Diff. *A—B*	Fehler etwa	Gewichts-änderung	Fehler etwa
Versuch Nr. 18.	App. *A*	I	3.917 mg	±0.003	**+0.006** mg	±0.004
		II	3.923	±0.003		
Versuch Nr. 19.	App. *B*	III	3.926	±0.003	**—0.003**	±0.004

Die Ergebnisse sämtlicher 19 Versuche sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt. In Kol. III bedeutet E, daß das Gefäß der Erwärmung ausgesetzt war.

Die obigen 19 Versuche führen zu folgendem Ergebnis:

Die in Kol. VIII angegebenen Gewichtsänderungen, welche die gesamten bei einem Versuche auftretenden Fehler einschließen, sind sowohl zunehmend wie abnehmend, und zwar tritt achtmal das + -Zeichen, elfmal das — -Zeichen auf. Die Mittel aus den Summen der beiderseitigen Abweichungen betragen: +0.008 und —0.010 mg, sie sind also beinahe übereinstimmend.

Von den 19 Versuchen haben 17 eine Gewichtsänderung ergeben, welche unter ±0.015 mg bleibt. Nur in zwei Fällen (Nr. 12, 13) ist der-

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Versuchsreihe	Füllung der Gefäße	Versuch Nr.	Zeit der Ausführung	Art der Gefäße	Schalenbelastung g	Gefäß	Beobacht. Gewichtsänderung mg	Mittlerer Wägungsfehler ± mg
I	Wasser	1	1903 Jan./Febr.	∩ Jenaer Geräteglas	414	*A*	**−0.002**	0.009
	„	2	1903	∩ Jenaer	413	*A*	**+0.004**	0.006
	„	3	Februar	Geräteglas	413	*B*	**+0.007**	0.001
II	Wasser	4 E	1903	∩ Jenaer	407	*A*	**+0.002**	0.011
	Paraffinöl	5 E	Juni	Geräteglas	407	*B*	**−0.007**	0.007
III	Wasser	6	1904	∩-Gefäße	364	*A*	**−0.004**	0.006
	Quecksilber	7	März	Quarzglas	364	*B*	**−0.015**	0.003
IV	Jod und Kalium-	8	1904	∩ Jenaer	525	*A*	**+0.014**	0.006
	hydrosulfatlösung	9	Mai	Geräteglas	525	*B*	**+0.012**	0.005
V	Kupfer und Ferrosulfatlösung	10 E	1904	∩ Jenaer	505	*A*	**+0.015**	0.005
		11 E	März	Geräteglas	505	*B*	**−0.010**	0.004
		12 E	1904	∩ Jenaer	505	*A*	**−0.023**	0.002
		13 E	Dezember	Geräteglas	505	*B*	**−0.024**	0.004
VI	Silber und Ferrisulfatlösung	14	1905	0-Gefäße mit	650	*A*	**−0.009**	0.004
		15	Februar	Vakuummantel	650	*B*	**+0.006**	0.003
		16	1905	∩ Jen. Geräteglas	441	*A*	**−0.002**	0.007
		17	März	Paraffinschicht	441	*B*	**−0.001**	0.005
VII	Uranylnitratlösung	18	1905	∩ Jenaer	411	*A*	**+0.006**	0.004
		19	Oktober	Geräteglas	411	*B*	**−0.003**	0.004

selbe auf ±0.023 und 0.024 mg gestiegen, und es stellt die letztere Zahl den Maximalfehler dar, welcher dem Verfahren anhaftet. Rückt man die Grenze noch etwas weiter, und zwar bis zu

±0.03 mg,

so liegt vollständige Sicherheit vor, daß, wenn bei einem Versuch eine diesen Betrag überschreitende Gewichtsänderung gefunden wird, diese nicht mehr von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Die Zahlen der Kol. VIII umfassen:

a) die Einflüsse, denen die Gefäße bei der ganzen Behandlung ausgesetzt sind und die von verschiedener Feuchtigkeitsschicht auf der äußeren Glasfläche, nicht ganz gleichem Volum der beiden Gefäße, Volumänderung infolge der Reaktionswärme, Berührung mit den Transportvorrichtungen, Staubablagerung usw. herrühren können;

b) die Fehler der Wage und des Wägungsverfahrens. Der diesen zukommende Betrag ist in Kol. IX angegeben, und wie ersichtlich, bewegt sich derselbe zwischen den Grenzen ±0.001 und ±0.011 mg, bleibt also immer erheblich kleiner als der Gesamtfehler.

Der oben angegebene Maximalfehler von 0.03 mg bezieht sich auf die Versuche, welche seit 1901 mit der neuen Rueprechtschen Wage ausgeführt worden sind. Was die alten Versuche von den Jahren 1890—1892 und 1899 betrifft, zu welchen die Stückrathsche und alte Rueprechtsche Wage diente und wobei größere Gefäße benutzt wurden, so betrug, wie aus der ersten Abhandlung ersichtlich, der mittlere Fehler des Mittels einer Wägungsreihe hier ±0.004 bis ±0.014 mg. Der Gesamtversuchsfehler ist früher nicht bestimmt worden, dürfte aber 0.05 mg keinesfalls übersteigen.

Hr. Heydweiller[1] schätzt den seinen Beobachtungen anhaftenden größten Fehler auf ±0.04 mg.

---

[1] Drude, Ann. d. Physik Bd. 5, S. 404 (1901).

Kapitel IV.

Versuche über die Änderung des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper.

Bezüglich der in den nachstehenden Wägungstabellen benutzten Zeichen und Abkürzungen gelten die in der Einleitung zu Kap. III, D (Bestimmung des Gesamtversuchsfehlers) mitgeteilten Vorbemerkungen Nr. 1, 2, 3.

Erste Reaktion.

Silbersulfat und Ferrosulfat.

$$Ag_2SO_4 + 2\,FeSO_4 = 2\,Ag + Fe_2(SO_4)_3.$$

Diese Reaktion wurde deshalb gewählt, weil sie von J. S. Stas zur Bestimmung des Atomgewichtes des Silbers benutzt worden war und eine vielleicht stattfindende Gewichtsänderung Veranlassung gegeben hätte, an den Stasschen Zahlen eine Korrektion anzubringen. Es stellte sich aber heraus, daß selbst die größte der beobachteten Gewichtsabnahmen jenes Atomgewicht erst in der vierten Dezimalstelle beeinflussen würde und die Frage daher ohne Bedeutung ist (s. Abh. I, Sitzungsber. 1893, S. 332).

Bezüglich der Reaktion ist zu bemerken, daß, wenn man dieselbe ohne künstliche Erwärmung verlaufen läßt, was bei den nachfolgenden Versuchen stets geschah, sie nicht ganz vollständig erfolgt. Wie mehrfache Analysen der umgesetzten Masse ergaben, werden bei den angewandten Gewichtsverhältnissen, welche immer einen Überschuß von Eisenvitriol aufwiesen, von der theoretischen Silbermenge nur 94—97 Prozent abgeschieden.

Das Ferrosulfat wurde stets in Form mit Alkohol gefüllten Salzes $FeSO_4 \cdot 7\,aq$ abgewogen. Dem zur Lösung dienenden Wasser ist stets etwas Schwefelsäure zugesetzt worden. Das Silbersulfat befand sich während der Reduktion größtenteils im festen Zustande.

Versuch 1 (Oktober 1903).

Gefäße ∩-förmig, aus Jenaer Glas vom Jahre 1890.

Beschickung beider Apparate in den Schenkeln *a* und *b*:

a) 45.03 g Silbersulfat + 123.35 g Wasser = 168.38 g

b) 85.00 g Eisenvitriol + 83.39 g » = 168.39 g

80.03 g » theoretisch erforderlich = 43.88 g $FeSO_4$.

Die Reaktionsmasse bestand somit aus:

vor der Umsetzung: 45.03 g Ag_2SO_4 + 43.88 g $FeSO_4$ = 88.91 g

nach » » 31.16 g Ag + 57.75 g $Fe_2(SO_4)_3$ = 88.91 g

Wirklich erhalten: 30.04 g Ag = 96.4 Prozent.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	425.725 g	398.342 ccm
	Platindraht	0.275	0.012
	Platindraht	0.098	0.005
		426.098 g	398.359 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	425.184 g	397.192 ccm
	Glaskörper	0.817	1.15
	Platindraht	0.094	0.004
		426.095 g	398.346 ccm
Differenz *A—B*:		etwa 3 mg	0.013 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.0 g) 470.1 g.

Wägungen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1903	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A—B*	Mittel *A—B*
11. Okt. M	18.50°	*a*	*a*	2.681 mg	2.678 mg
13. » A	18.95	*g*	*a*	2.675	
15. » A	18.17	*a*	*a*	2.678	2.676
17. » A	18.48	*g*	*a*	2.674	

Mittel: 2.677 mg
Fehler: ±0.001

II. Nach der Reaktion in Apparat *A*.
(18. Oktober.)

Wägungstag 1903	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A—B*	Mittel *A—B*
21. Okt. M	18.65°	*a*	*a*	2.651 mg	2.645 mg
22. » M	18.70	*g*	*a*	2.639	
23. » M	18.17	*a*	*a*	2.639	2.633
23. » A	18.10	*g*	*a*	2.627	
26. » M	18.33	*a*	*a*	2.658	2.653
26. » A	18.13	*g*	*a*	2.648	
29. » M	18.70	*a*	*a*	2.640	2.637
29. » A	18.69	*g*	*a*	2.634	

Mittel: 2.642 mg
M. Fehler: ±0.004

Nach der Reaktion in Gefäß *B* zeigte sich am Glase eine gesprungene Stelle, der Versuch konnte demzufolge nicht fortgeführt werden.

Resultat:

		Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 1.	App. *A* I	2.677 mg ± 0.001	−0.035 mg ± 0.004
	II	2.642 ± 0.004	

Der Versuch ist zu einer Zeit ausgeführt worden, wo der im Kap. III, C 1 beschriebene Einfluß der Wasserhaut sowie der thermischen Nachwirkung des Glases noch nicht bekannt war, und es unterliegt daher das obige Resultat infolge der zu bald (am 3. bis 11. Tage) nach der Reaktion vorgenommenen Wägungen einer Korrektion. Bei der Umsetzung zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol können, wie besondere Prüfungen ergaben, je nach der Raschheit der portionenweise ausgeführten Vermischung beider Substanzen Temperaturerhöhungen um 2° bis etwa 10° eintreten. Nach den Zahlen in Kap. III, C 1 b, Tab. 7 sowie besonders zufolge der Erfahrungen, welche bei den nachfolgenden Versuchen über Silbersulfat und Ferrosulfat Nr. 4 und 5 gemacht worden sind, läßt sich die Korrektion von +0.010 mg als die am nächsten zutreffende betrachten, und man hat dann als Resultat:

Versuch Nr. 1, korrigiert: −**0.025** mg.

Doppelversuch Nr. 2, 3 (März 1905).

Gefäße: ∩-Form, Jenaer Geräteglas, die innere Wandung mit einer Schicht von Paraffin überzogen.

Beschickung der Apparate in den Schenkeln *a* und *b*:

a) 35.0 g Silbersulfat + 117.5 g Wasser = 152.5 g
b) 66.5 g Eisenvitriol + 86.0 g » = 152.5 g
62.4 g » stöchiometrisch erforderlich = 34.10 g $FeSO_4$.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 35.00 g Ag_2SO_4 + 34.10 g $FeSO_4$ = 69.10 g
Nach » » 24.22 g Ag + 44.88 g $Fe_2(SO_4)_3$ = 69.10 g
Wirklich abgeschieden: 23.61 g Ag = 97.5 Prozent.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 16.60°
App. A	Gefäß + Füllung	392.734 g	403.204 ccm
	Platindraht	4.500	0.209
	Platindraht	0.128	0.006
		397.362 g	403.419 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	394.733 g	399.293 ccm
	Glaskörper	2.501	4.09
	Platindraht	0.124	0.006
		397.358 g	403.389 ccm
Differenz A—B:		etwa 4 mg	0.030 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 441.37 g.

Wägungen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel $A-B$
4. März M	18.51°	a	a	3.702 mg	3.696 mg
4. „ A	18.53	g	a	3.690	
5. „ M	18.33	a	a	3.672	3.680
5. „ A	18.35	g	a	3.688	
6. „ M	18.75	a	a	3.682	3.691
7. „ M	18.26	g	a	3.699	
				Mittel:	3.689 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.005

II. Nach der Reaktion in Apparat A.

(Am 7. und 8. März.)

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel $A-B$
10. März M	18.00°	a	a	3.641 mg	3.645 mg
10. „ A	18.19	g	a	3.648	
11. „ M	18.50	a	a	3.650	3.646
12. „ M	18.45	g	a	3.642	
13. „ M	18.27	a	a	3.658	3.650
13. „ A	18.28	g	a	3 642	
				Mittel:	3.647 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.002

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*.
(Am 14. März.)

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	Lage der Apparate *B*	Gewichts-differenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
17. März M	18.15°	*a*	*a*	3.669 mg	3.666 mg
18. » M	18.28	*a*	*g*	3.662	
19. » M	18.40	*a*	*a*	3.685	3.680
19. » A	18.40	*a*	*g*	3.675	
21. » M	18.21	*a*	*a*	3.690	3.682
21. » A	18.30	*a*	*g*	3.675	
				Mittel:	3.676 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.005

Resultat:

			Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 2.	App. *A*	I	3.689 mg ±0.005	—0.042 mg ±0.005
		II	3.647 ±0.002	
Versuch Nr. 3.	App. *B*	III	3.676 ±0.005	—0.029 ±0.005

Auch bei diesen beiden Versuchen wurden, wie aus den Tabellen ersichtlich, die Wägungsreihen II und III in zu kurzer Zeit (am 2. bis 7. Tage) nach Vornahme der Reaktion ausgeführt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß infolge der noch nicht beendigten Ausgleichung der Wasserhaut sowie des Volums der Glasgefäße die obigen Gewichtsabnahmen zu groß sind. Die Verhältnisse sind die nämlichen, wie sie bei Versuch Nr. 1 vorlagen, und die dort beschriebene Korrektionsgröße von etwa +0.010 mg paßt auch für die jetzigen Fälle. Man hat daher

Versuch Nr. 2 korrigiert: **—0.032** mg
» » 3 » **—0.019** »

Doppelversuch Nr. 4 (Juni, Juli 1907) und Nr. 5
(Oktober, November 1907).

Gefäße: ∩-Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Apparate in den Schenkeln *a* und *b*:

a) 57.8 g Silbersulfat + 185 g Wasser = 142.8 g
b) 110.0 g Eisenvitriol + 133 g » = 243.0 g
102.8 g » stöchiometrisch erforderlich = 56.3 g $FeSO_4$.

Reaktionsmasse:

Vor der Reaktion:	57.8 g Ag_2SO_4 + 56.3 g $FeSO_4$	= 114.1 g
Nach » »	40.0 g Ag + 74.1 g $Fe(SO_4)_3$	= 114.1 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	472.617 g	416.113 ccm
	Platindraht	5.604	0.261
		478.221 g	416.374 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	472.723 g	405.836 ccm
	3 Glashohlkörper	4.869	10.267
	1 Glasstäbchen	0.625	0.250
		478.217 g	416.353 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 4 mg	0.021 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 44.01 g): 522.23 g.

Wägungen. Die beiden Versuche sind im Zusammenhang mit den in Kap. III, C 1 beschriebenen Prüfungen des Einflusses der Wasserhaut sowie der thermischen Nachwirkung des Glases auf die Wägungsergebnisse ausgeführt worden. Zu diesem Zwecke wurden die Gewichtsbestimmungen während mehrerer Wochen fortgesetzt und die in verschiedenen Zeitabschnitten sich ergebenden Resultate bestimmt.

Besondere Sorgfalt verwandte man sowohl vor wie nach der Reaktion auf gute Zentrierung der Apparate, und es konnten diese demzufolge immer in gleicher Lage auf die Wageschalen gesetzt werden.

Da Versuch Nr. 5 zwei Monate später als Nr. 4 ausgeführt wurde, mußte die anfängliche Differenz *A*—*B* wieder von neuem bestimmt werden.

Aus den beiden folgenden Tabellen ergibt sich folgendes:

Wie aus der letzten Kolumne ersichtlich, werden die anfänglichen Gewichtsabnahmen der in Reaktion gesetzten Apparate allmählich kleiner. Nimmt man zunächst die zwischen etwa dem fünften und zehnten Wägungstage beobachteten Differenzen *A*—*B*, welche mit × bezeichnet sind, so führen die Mittel derselben zu folgenden Ergebnissen:

		A—*B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 4	Vor der Reaktion	4.585 mg	—0.012 mg
App. *A*	Nach » »	× 4.573	
Versuch Nr. 5	Vor der Reaktion	4.598 mg	—0.013 mg
App. *B*	Nach » »	× 4.611	

Versuch Nr. 4. Reaktion in Apparat *A*.

Vor der Reaktion		Nach der Reaktion			
Wägungstag 1907	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1907	Anzahl Tage nach der Reaktion	Gewichts-differenz *A—B*	Gewichts-änderung des Apparates *A*
12. Juni	4.586 mg	22. Juni	2	4.564 mg	—0.021 mg
13. »	4.584	23. »	3	4.568	—0.017
15. »	4.577	25. »	5	× 4.571	—0.014
16. »	4.587	27. »	7	× 4.575	—0.010
18. »	4.592	30. »	10	× 4.572	—0.013
Mittel:	4.585 mg	2. Juli	12	4.569	—0.016
Mittlerer Fehler:	±0.002	6. »	16	×× 4.578	—0.007
Reaktion am 19. und 20. Juni vorgenommen		9. »	19	×× 4.586	+0.001
		13. »	23	×× 4.593	+0.008
		18. »	28	×× 4.595	+0.010
		24. »	34	×× 4.583	—0.002
		30. »	40	×× 4.593	+0.008
			Mittel:	× 4.573 mg	—0.012 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.001	
			Mittel:	×× 4.588	+0.003
			Mittlerer Fehler:	± 0.002	

Versuch Nr. 5. Reaktion in Apparat *B*.

Vor der Reaktion		Nach der Reaktion			
Wägungstag 1907	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1907	Anzahl Tage nach der Reaktion	Gewichts-differenz *A—B*	Gewichts-änderung des Apparates *B*
3. Oktober	4.616 mg	14. Oktober	2	4.630 mg	—0.032 mg
5. »	4.588	15. »	3	4.622	—0.024
7. »	4.580	18. »	6	× 4.607	—0.009
9. »	4.600	20. »	8	× 4.614	—0.016
11. »	4.606	22. »	10	× 4.613	—0.015
Mittel:	4.598 mg	26. »	14	×× 4.594	+0.004
Mittlerer Fehler:	±0.006	31. »	19	×× 4.604	—0.006
Reaktion am 11. und 12. Oktober ausgeführt.		4. November	23	×× 4.596	+0.002
		10. »	29	×× 4.616	—0.018
		13. »	32	×× 4.620	—0.022
			Mittel:	× 4.611 mg	—0.013 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.002	
			Mittel:	×× 4.606	—0.008
			Mittlerer Fehler:	± 0.005	

Nach den Erörterungen im Kap. III, C 1 ist aber die thermische Nachwirkung bis zum ungefähr zehnten Tage nach Vornahme der Reaktion noch nicht beendigt, und es müssen daher die obigen Gewichtsabnahmen zu groß sein. In der Tat ergeben die späteren Wägungen noch kleinere und zum Teil positive Änderungen, somit ist jetzt Gewichtskonstanz eingetreten. Berücksichtigt man diese nach Ablauf von etwa 14 bis 40 Tagen erhaltenen, mit ×× bezeichneten Differenzen *A—B*, so führen sie zu nachstehenden Resultaten:

		A—B		Gewichts-änderung	Wägungs-fehler
Vers. Nr. 4	Vor der Reaktion	4.585 mg	± 0.002	**+ 0.003** mg	± 0.003
App. *A*	Nach » »	×× 4.588	± 0.002		
Vers. Nr. 5	Vor der Reaktion	4.598 mg	± 0.006	**— 0.008** mg	± 0.008
App. *B*	Nach » »	×× 4.606	± 0.005		

Hier liegen die wichtigen Resultate vor, welche, da sie entgegengesetztes Vorzeichen tragen, dafür sprechen, daß bei der Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat überhaupt keine Gewichtsänderung stattfindet.

Die aus den × Beobachtungen berechneten Ergebnisse, welche infolge des zu frühen Abschlusses der Wägungen noch mit dem Fehler der thermischen Nachwirkung behaftet sind, würden somit einer Korrektion von etwa 0.010 mg (0.015 bei Versuch 4; 0.005 bei Versuch 5) zu unterwerfen sein. Die nämliche Verbesserung hat schon bei den Versuchen Nr. 1, 2, 3 Anwendung gefunden.

Anmerkung: Über die Reaktion liegen noch drei ältere, aus den Jahren 1890 und 1892 stammende Versuche vor, welche in der ersten Abhandlung (Sitzungsber. 1893, S. 315—319) angeführt sind, und Gewichtsabnahmen im Betrage von 0.130, 0.131, 0.167 mg ergeben hatten. Dieselben sind aber mit großen ∩-Gefäßen von etwa 900 ccm Volum und etwa 925 g Gewicht unter Benutzung der alten Rueprechtschen und Stückrathschen Wage ausgeführt worden, und ferner fanden die Wägungen sehr bald nach Ausführung der Reaktion statt. Unter diesen Umständen konnten, wie in der oben erwähnten Abhandlung S. 331 angegeben ist, die Gesamtversuchsfehler über 0.1 mg betragen, und es wurden daher die betreffenden Gewichtsverminderungen als nicht sicher festgestellt erklärt.

Zweite Reaktion.

Silbernitrat und Ferrosulfat.

$$6\,AgNO_3 + 6\,FeSO_4 = 6\,Ag + 2\,Fe_2(SO_4)_3 + Fe_2(NO_3)_6.$$

Doppelversuch Nr. 1 und 2 (März, April, Mai 1902).

Gefäße: ∩förmig, Jenaer Geräteglas, auf der Innenseite Paraffinschicht.

Beschickung der Schenkel *a* und *b*:

a) 26.00 g Silbernitrat + 137.80 g Wasser = 163.80 g
b) 47.14 g Eisenvitriol + 116.66 g » = 163.80 g
42.52 g » stöchiometrisch erforderlich = 23.27 g $FeSO_4$.

Die Reaktionsmasse bestand somit aus:

Vor der Reaktion: 26.00 g $AgNO_3$ + 23.27 g $FeSO_4$ = 49.27 g
Nach » » 16.51 g Ag + 32.76 g $FeSO_4NO_3$ = 49.27 g
Wirklich ausgefüllt: 15.72 g Ag = 94 Prozent.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum Anfänglich (15.60°)	Volum Am Schluß (14.95°)
App. *A*	Gefäß + Füllung	622.947 g	405.966 ccm	
	Platindraht	0.280	0.013	
		623.227 g	405.979 ccm	405.957 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	614.674 g	402.245 ccm	
	Glaskörper	8.273	3.700	
	Platindraht	0.276	0.013	
		623.223 g	405.958 ccm	405.923 ccm
Differenz *A*—*B*:		etwa 4 mg	0.021 ccm	0.034 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 44.01 g) 667.23 g.

Wägungen. Die Apparate konnten zufolge guter Zentrierung derselben immer in gleicher Lage auf die Wageschalen gesetzt werden.

Die Reaktion war in beiden Apparaten portionenweise sehr langsam im Verlauf mehrerer Tage vollzogen worden, es konnten daher die Gefäße keine in Betracht kommende Volumvermehrung erlitten haben.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat *A*		III Nach der Reaktion in Apparat *B*	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A—B*	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A—B*	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A—B*
27. März	4.340 mg	21. April	4.353 mg	6. Mai	4.337 mg
28. »	4.336	22. »	4.330	7. »	4.338
29. »	4.334	25. »	4.338	8. »	4.351
30. »	4.337	26. »	4.340	12. »	4.332
9. April	4.338	27. » M	4.336	13. »	4.346
Mittel:	4.337 mg	27. » A	4.342	14. »	4.354
Mittlerer Fehler:	±0.001	Mittel:	4.340 mg	Mittel:	4.343 mg
Reaktion in Apparat *A* am 10.—13. April		Mittlerer Fehler:	±0.003	Mittlerer Fehler:	±0.004
		Reaktion in Apparat *B* am 28.—30. April			

Resultat:

			Gewichtsdifferenz *A—B*		Gewichtsänderung	
Versuch Nr. 1.	App. *A*	I	4.337 mg	±0.001	**+0.003** mg	±0.003
		II	4.340	±0.003		
Versuch Nr. 2.	App. *B*	III	4.343	±0.004	**—0.003**	±0.005

Anmerkung. Die Reaktion wurde auch schon in den Jahren 1899 und 1900 mit großen ∩-Gefäßen von etwa 800 ccm Volum und unter Benutzung der alten Wagen geprüft, wobei sich Gewichtsabnahmen im Betrage von —0.199, —0.137, —0.079 mg ergeben hatten. Diese Resultate können aus den in der Anmerkung zu der Reaktion zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol angeführten Gründen nicht als zuverlässig betrachtet werden.

Dritte Reaktion.

Goldchlorid und Ferrochlorid.

$$AuCl_3 + 3FeCl_2 = Au + 3FeCl_3.$$

Versuch Nr. 1 (Januar 1903).

Gefäße: ∩-Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) mit 122 g einer aus 12.03 g Gold hergestellten Lösung von Goldchlorid, enthaltend 18.52 g $AuCl_3$;

b) mit 122 g Ferrochloridlösung, dargestellt durch Behandlung von 12.0 g reinem Eisen mit Salzsäure, enthaltend 27.17 g $FeCl_2$. Die stöchiometrisch erforderliche Menge hätte 23.21 g $FeCl_2$ betragen.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 18.52 g $AuCl_3$ + 23.21 g $FeCl_2$ = 41.73 g
Nach » » 12.03 g Au + 29.70 g $FeCl_3$ = 41.73 g

Gesamtgewicht der Füllung: 244 g.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 15.80°
App. *A*	Gefäß + Füllung	352.585 g	393.131 ccm
	Platindraht	0.159	0.007
		352.744 g	393.138 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	345.019 g	390.459 ccm
	Glaskörper + Inhalt	7.566	2.687
	Platindraht	0.155	0.007
		352.740 g	393.153 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 4 mg	0.015 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 54.52 g) 407.26 g.

Die Reaktion konnte nur in Apparat *A* ausgeführt werden, bei derjenigen in *B* war die Spitze des Glaszusatzkörpers verletzt worden. Infolge gut gelungener Zentrierung wurden die Apparate immer in der gleichen Lage auf die Wageschalen gesetzt.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in App. *A*	
Wägungstag 1903	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Wägungstag 1903	Gewichtsdifferenz *A*—*B*
9. Jan. M	4.436 mg	18. Jan. M	4.430 mg
10. » M	4.454	19. » M	4.427
11. » M	4.424	20. » M	4.419
11. » M	4.436	22. » M	4.431
12. » M	4.428	23. » M	4.428
Mittel:	4.436 mg	Mittel:	4.427 mg
M. Fehler:	±0.005	M. Fehler:	±0.002

Resultat:

			Gewichtsdiff. *A*—*B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1.	App. *A*	I	4.436 mg ± 0.005	— **0.009** mg ± 0.005
		II	4.427 ± 0.002	

Einer Korrektion bedarf das Versuchsergebnis nicht, weil infolge der großen Verdünnung der Substanzen und langsamen Mischung derselben die eintretende Erwärmung nur etwa 2° betrug.

Vierte Reaktion.

Kupfersulfat und Eisen.

$$CuSO_4 + Fe = FeSO_4 + Cu.$$

Es handelte sich um Wiederholungen der im Allgemeinen Teil Kap. II d angeführten Versuche Heydweillers. Dieselben hatten keine bestimmte Gewichtsänderung (—0.026, +0.019 mg) ergeben, wenn der angewandte Kupfervitriol möglichst neutral, d. h. aus einer mit etwas Natronlauge versetzten Lösung auskrystallisiert war. Dagegen traten erhebliche Abnahmen (0.097—0.217 mg) ein, wenn die Lösung nur eine kleine Menge Alkali oder Schwefelsäure enthielt. A. Lo Surdo[1] hatte dagegen bei Anwendung alkalihaltiger Lösung gar keine Gewichtsänderung (+0.008, —0.008, —0.008, +0.013, +0.003 mg) beobachtet.

Doppelversuch 1 und 2 (Oktober/November 1902).

Ohne Zusatz von Alkali. Es wurde mehrmals aus Wasser umkristallisierter Kupfervitriol ($CuSO_4 \cdot 5\,aq$) benutzt. Das Eisen kam in Form kleiner Stücke Klaviersaitendraht zur Anwendung.

Gefäße: ∩-Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel *a* und *b*:

a) 15.0 g Eisen + 120.0 g Wasser = 135.0 g
b) 70.0 g Kupfervitriol + 65.0 g » = 135.0 g
67.0 g » stöchiometrisch erforderlich = 42.8 g $CuSO_4$.

Demnach bestand die Reaktionsmasse aus:

vor der Umsetzung: 15.0 g Fe + 42.8 g $CuSO_4$ = 57.8 g
nach » » 17.0 g Cu + 40.8 g $FeSO_4$ = 57.8 g.

[1] Allg. Teil Kap. II g.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 15.68°
App. *A*	Gefäß + Füllung	378.776 g	394.749 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	373.680 g	391.233 ccm
	Glashohlkörper	5.024	3.482
	Platindraht	0.067	0.003
		378.771 g	394.718 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 5 mg	0.031 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 82.93 g) 461.70 g.

Da die Zentrierungen der Apparate gut gelungen waren, wurde bei den Wägungen immer die gleiche Stellung derselben beibehalten.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat *A*		III Nach der Reaktion in Apparat *B*	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz *A*—*B*
17. Okt. M	5.115 mg	23. Okt.	5.127 mg	1. Nov.	5.136 mg
17. » A	5.120	25. »	5.116	3. »	5.131
18. » M	5.120	26. »	5.117	5. »	5.144
18. » A	5.115	27. »	5.107	7. »	5.130
19. » M	5.132	28. »	5.114	8. »	5.151
Mittel:	5.120 mg	Mittel:	5.116 mg	Mittel:	5.138 mg
Mittlerer Fehler:	± 0.003	Mittlerer Fehler:	± 0.003	Mittlerer Fehler:	± 0.004

Resultat:

			Gewichtsdiff. *A*—*B*		Gewichts-änderung	
Versuch Nr. 1.	App. *A*	I	5.120 mg	± 0.003	— 0.004 mg	± 0.004
		II	5.116	± 0.003		
Versuch Nr. 2.	App. *B*	III	5.138	± 0.004	— 0.022	± 0.005

Die obigen Gewichtsänderungen bedürfen aber einer Korrektion, da die Versuche zu einer Zeit ausgeführt worden sind, wo der in Kap. III, C 1 b beschriebene Einfluß der thermischen Nachwirkung der Glasgefäße auf die Wägungen noch nicht bekannt war. Die Reaktion verläuft nämlich unter nicht unerheblicher Wärmeentwicklung (37240 g cal. J. Thomsen). Werden die oben mitgeteilten Gewichtsmengen der Materialien innegehalten und das Eisen in der Form von Draht angewandt, so steigt, wenn man die Reaktion durch Horizontallegen des Apparates langsam vollzieht, die

Temperatur des Gefäßinhaltes um 10° bis 12°. Nun sind, wie aus der obigen Tabelle ersichtlich, die Wägungsreihen II und III zwischen etwa dem 3. bis 8. Tage nach Vornahme der Reaktion ausgeführt worden, somit unter Umständen, wo die Volumvergrößerung des Gefäßes noch nicht zurückgegangen war. Zur Korrektion des hierdurch entstehenden Wägungsfehlers entspricht den Verhältnissen am nächsten der in Tabelle 7 (Kap. III, C 1 b) gegebene Betrag von + 0.010 mg, wonach die berichtigten Resultate folgende sind:

Versuch Nr. 1. App. *A*: — 0.004 mg + 0.010 mg = + **0.006** mg
Versuch Nr. 2. App. *B*: — 0.022 mg + 0.010 mg = — **0.012** mg.

Doppelversuch Nr. 3 und 4 (Februar, März 1904).

Mit Zusatz von Alkali. Das dem Kupfersulfat sowie dem Eisen beigegebene Wasser war mit etwas Natronlauge versetzt worden. Das Eisen wurde in gepulverter Form (Limatura ferri) angewandt.

Gefäße: ∩-förmig, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 15.0 g Eisen + 125.0 g Wasser = 140.0 g
b) 70.0 g Kupfervitriol + 70.0 g Wasser = 140.0 g
67.0 g » stöchiometrisch erforderlich = 42.8 g $CuSO_4$.

Die Reaktionsmasse hatte demnach die gleiche Zusammensetzung wie bei den Versuchen 1 und 2.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 16.15°
App. *A*	Gefäß + Füllung	422.185 g	409.342 ccm
	Platindraht	0.135	0.006
		422.320 g	409.348 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	418.241 g	408.424 ccm
	Glaskörper + Inhalt	2.722	0.865
	Platindraht	1.222	0.057
	Platindraht	0.131	0.006
		422.316 g	409.352 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 4 mg	— 0.004 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 505.25 g.

Wägungen. Dieselben wurden in zwei Stellungen der Apparate vorgenommen, weil deren Zentrierung Schwierigkeiten geboten hatte.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A–B*	Mittel *A–B*
15. Febr. M	18.42°	*a*	*a*	4.378 mg	4.376 mg
15. " A	18.38	*g*	*a*	4.374	
16. " M	18.52	*a*	*a*	4.369	4.370
17. " M	18.62	*g*	*a*	4.371	
				Mittel:	4.373 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.003

II. Nach der Reaktion in Apparat *A*.
(Am 17.—19. Februar.)

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A–B*	Mittel *A–B*
21. Febr. M	18.33°	*a*	*a*	4.334 mg	4.347 mg
22. " M	18.63	*g*	*a*	4.360	
24. " M	18.71	*a*	*a*	4.332	4.344
25. " M	18.40	*g*	*a*	4.355	
26. " M	18.59	*a*	*a*	4.348	4.356
26. " A	18.57	*g*	*a*	4.364	
				Mittel:	4.349 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.004

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*.
(Am 27./28. Februar.)

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A–B*	Mittel *A–B*
2. März M	18.48°	*a*	*a*	4.371 mg	4.380 mg
3. " M	18.43	*a*	*g*	4.389	
4. " M	18.40	*a*	*a*	4.375	4.378
4. " A	18.35	*a*	*g*	4.380	
6. " M	18.16	*a*	*a*	4.364	3.373
7. " A	18.20	*a*	*g*	4.382	
				Mittel:	4.377 mg
				Mittlerer Fehler:	±0.005

Resultat:

			Gewichtsdiff. A—B	Wägungs-fehler	Gewichts-änderung	
Versuch Nr. 3.	App. A	I	4.373 mg	±0.003	—0.024 mg	±0.005
		II	4.349	±0.004		
Versuch Nr. 4.	App. B	III	4.377	±0.005	—0.028	±0.006

Auch diese Versuche bedürfen wie die beiden früheren einer Korrektion infolge der zu bald nach der Reaktion begonnenen und nicht lange genug fortgesetzten Wägungen. Wie besondere Versuche gezeigt haben, tritt bei Anwendung von Eisenpulver eine stärkere Erhitzung des Gefäßinhaltes ein als bei Eisendraht, da die Reaktion rascher verläuft, und zwar betrug die Temperatursteigerung 15°—20°, in einem Falle sogar 25°. Da die Wägungen zwischen dem 2.—6. Tage nach Schluß der Reaktion vorgenommen wurden, so entsprechen diese Verhältnisse der in Kap. III, C 1 b Tab. 7 angegebenen Korrektion von etwa +0.025 mg. Demgemäß sind die korrigierten Resultate folgende:

Versuch Nr. 3. App. *A*: —0.024 mg + 0.025 = **+0.001** mg
Versuch Nr. 4. App. *B*: —0.028 mg + 0.025 = **—0.003** mg

Das Endergebnis der vier Versuche ist also, daß bei der Reaktion zwischen Kupfersulfat und Eisen keine Gewichtsänderung eintritt. Dieser Schluß würde auch bestehen, wenn man die nicht korrigierten Resultate in Betracht zieht, denn es sind dieselben sämtlich kleiner als der in Kap. III, D festgestellte maximale Versuchsfehler von 0.030 mg.

Fünfte Reaktion.

Jodsäure und Jodwasserstoff.

$$HJO_3 + 5\,HJ = 6\,J + 3\,H_2O.$$

Bei dieser Reaktion wurde die Anwendung wässeriger Jodwasserstoffsäure vermieden, indem infolge Verdunstung derselben vorzeitige Berührung mit der Jodsäure zu befürchten war. Man verfuhr in der Weise, daß in den einen Schenkel der ∩-Gefäße Jodkaliumlösung, in den andern Jodsäurelösung nebst Schwefelsäure kam, wonach beim Mischen die Umsetzung gemäß der Gleichung:

$$(HJO_3 + 5\,H_2SO_4) + (5\,KJ) = 6\,J + 5\,KHSO_4 + 3\,H_2O$$

erfolgte. Es wurde dabei die Jodkaliummenge als Grundlage genommen, und die darauf berechneten Quantitäten Jodsäure sowie die Schwefelsäure etwas im Überschuß gehalten, so daß nach der Reaktion kein Jod in Lösung blieb. Die angewandte Schwefelsäure war 98prozentig.

Versuch Nr. 1 (Januar, Februar 1904).

Gefäße: ∩-Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) Jodkalium 70.8 g + Wasser 105.2 g

b) Jodsäure 16.0 g + Schwefelsäure 48.0 g + 112.0 g Wasser = 176.0 g

Jodsäure theoretisch erfordert 15.0 g, Schwefelsäure theoretisch erfordert 42.6 g

Jodsäure überschüssig 1.0 g, Schwefelsäure überschüssig 5.4 g.

Somit war die Zusammensetzung der Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 15.0 g HJO_3 + 41.8 g H_2SO_4 + 70.8 g KJ = 127.6 g
Nach » » 64.9 g J + 58.1 g $KHSO_4$ + 4.6 g H_2O = 127.6 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 19.7°
App. *A*	Gefäß + Füllung	441.448 g	398.769 ccm
	Platindraht	0.117	0.006
		441.565 g	398.775 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	439.164 g	396.760 ccm
	Glashohlkörper	2.284	2.011
	Platindraht	0.114	0.005
		441.562 g	398.776 ccm
Differenz *A*—*B*:		etwa 3 mg	0.001 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 524.49 g.

Nach Beendigung des Versuchs gab eine nochmalige Gewichts- und Volumbestimmung der montierten Apparate folgende Zahlen:

	Gewicht	Volum bei 15.8°
App. *A*:	441.561 g	398.745 ccm
App. *B*:	441.558	398.750
Differenz *A*—*B*:	3 mg	—0.005 ccm.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel $A-B$
17. Jan. M	*a*	*a*	3.046 mg	3.048 mg
18. » M	*g*	*a*	3.050	
19. » M	*a*	*a*	3.040	3.043
19. » A	*g*	*a*	3.046	
20. » M	*a*	*a*	3.045	3.047
20. » A	*g*	*a*	3.049	
			Mittel:	3.046 mg
			Mittlerer Fehler:	±0.002

II. Nach der Reaktion in Apparat *A*.

(Am 21., 22., 23. Januar.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel $A-B$
29. Jan. M	*a*	*a*	3.047 mg	3.045 mg
30. » M	*g*	*a*	3.043	
5. Febr. M	*a*	*a*	3.029	3.039
5. » A	*g*	*a*	3.049	
7. » M	*a*	*a*	3.028	3.042
7. » A	*g*	*a*	3.055	
			Mittel:	3.042 mg
			Mittlerer Fehler:	±0.002

Resultat:

		Gewichtsdiff. $A-B$	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1. App. *A*	I	3.046 mg ±0.002	**—0.004** mg ±0.003
	II	3.042 ±0.002	

Nach Ausführung der Reaktion in Apparat *B* zeigte sich eine erhebliche Änderung der Gewichtsdifferenz $A—B$, indem dieselbe auf etwa 2.926 mg gesunken war. Die hierauf vorgenommene neue Bestimmung der Volumdifferenz $A—B$, welche, wie schon oben angeführt, den Wert —0.005 ccm statt des früheren 0.001 ergab, lieferte keinen genügenden Aufschluß über die Erscheinung. Sie rührte wahrscheinlich von der Ablagerung eines Fremdkörpers auf Apparat *B* her. Die weiteren Wägungen wurden unterlassen.

Doppelversuch Nr. 2, 3 (Oktober, November 1904).

Gefäße: ∩-Form aus Quarzglas, an der oberen Biegung mit weiter, röhrenförmiger Einfüllöffnung versehen, die am unteren, etwas verengten Teil mit einer Korkscheibe und darüber mit einer geschmolzenen Mischung von 1 Teil Kolophonium und 2 Teilen Wachs verschlossen wurde.

Beschickung der Schenkel:

a) Jodkalium 70.8 g + Wasser 98.2 g = 169.0 g

b) Jodsäure 16.0 g + Schwefelsäure 43.8 g + 109.2 g Wasser = 169.0 g

Jodsäure theoretisch erforderlich 15.0 g, Schwefelsäure theoretisch erforderlich 41.8 g

Jodsäure überschüssig 1.0 g, Schwefelsäure überschüssig 2.0 g.

Reaktionsmasse wie bei Versuch Nr. 1.

Vor der Umsetzung: 15.0 g HJO_3 + 41.8 g H_2SO_4 + 70.8 g KJ = 127.6 g
Nach » » 64.9 g J + 58.1 g $KHSO_4$ + 4.6 g H_2O = 127.6 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 17.50°
App. *A*	Gefäß + Füllung	385.834 g	386.258 ccm
	Platindraht	3.679	0.171
		389.513 g	386.429 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	386.420 g	385.173 ccm
	Quarzröhrchen ($d = 2.202$)	2.724	1.237
	Platindraht	0.365	0.017
		389.509 g	386.427 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 4 mg	0.002 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 472.44 g

Wägungen. Es wurden halbe Wägungen mit nur einmaliger Bestimmung der Größen R, r, e, L ausgeführt. In der Kolumne Temperatur sind die bei Beginn und Schluß der etwa $\frac{3}{4}$ Stunden dauernden Wägungen abgelesenen Thermometerstände angegeben.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts-differenz	Mittel
	Anfang	Ende	*A*	*B*	*A–B*	*A–B*
6. Oktober M	19.15°	19.14°	*a*	*a*	4.681 mg	4.683 mg
10. » M	19.13	19.13	*g*	*a*	4.685	
11. » M	19.06	19.05	*a*	*a*	4.683	4.688
11. » A	19.01	19.03	*g*	*a*	4.693	
12. » M	19.18	19.20	*a*	*a*	4.686	4.687
12. » A	18.91	18.92	*g*	*a*	4.688	
					Mittel:	4.686 mg
					Mittlerer Fehler:	±0.002

IIa. Nach der Reaktion in Apparat *A*

(am 13., 14., 15. Oktober portionenweise vorgenommen).

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts-differenz	Mittel
	Anfang	Ende	*A*	*B*	*A–B*	*A–B*
21. Oktober M	19.32°	19.33°	*a*	*a*	4.662 mg	4.666 mg
21. » A	19.40	19.40	*g*	*a*	4.669	
22. » M	19.46	19.46	*a*	*a*	4.668	4.668
22. » A	19.42	19.40	*g*	*a*	4.672	
					Mittel:	4.667 mg
					Fehler:	±0.001

Nach Ausführung der letzten Wägung wurde eine neue Zentrierung der Apparate vorgenommen. Dabei ließ der Harzverschluß des Apparates *A*

IIb. Nach Änderung und Neuzentrierung der Apparate.

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts-differenz	Mittel
	Anfang	Ende	*A*	*B*	*A–B*	*A–B*
25. Oktober M	19.41°	19.41°	*a*	*a*	4.812 mg	4.829 mg
25. » A	19.35	19.35	*a*	*g*	4.845	
26. » M	19.19	19.19	*a*	*a*	4.813	4.826
26. » A	19.03	19.00	*a*	*g*	4.839	
27. » M	19.19	19.20	*a*	*a*	4.823	4.824
27. » A	19.19	19.18	*a*	*g*	4.825	
28. » M	19.60	19.60	*a*	*a*	4.824	4.836
29. » M	19.57	19.59	*a*	*g*	4.844	
					Mittel:	4.828 mg
					Mittlerer Fehler:	±0.002

eine Stelle erkennen, welche der Verbesserung durch Zufügen eines Tröpfchens der Masse bedürftig erschien. Hierdurch änderte sich die Differenz *A—B* um einen kleinen Betrag (etwa 0.16 mg) und mußte neu bestimmt werden. Wahrscheinlich war die Vorsichtsmaßregel unnötig gewesen.

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*

(am 29. Oktober bis 1. November durch Horizontallegen des Apparats vorgenommen).

Wägungstag 1904	Temperatur Anfang	Temperatur Ende	Lage der Apparate *A*	Lage der Apparate *B*	Gewichtsdifferenz *A—B*	Mittel *A—B*
6. November M	19.71°	19.70°	*a*	*a*	4.867 mg	4.866 mg
7. „ M	19.57	19.55	*a*	*g*	4.865	
8. „ M	19.59	19.56	*a*	*a*	4.887	4.872
9. „ M	19.62	19.63	*a*	*g*	4.857	
10. „ M	19.60	19.60	*a*	*a*	4.866	4.860
10. „ A	19.30	19.32	*a*	*g*	4.854	
12. „ M	19.16	19.12	*a*	*a*	4.855	4.845
12. „ A	19.15	19.13	*a*	*g*	4.835	
					Mittel:	4.861 mg
					Mittlerer Fehler:	±0.006

Die Wägungen dieser Reihe ließen größere Schwankungen als gewöhnlich erkennen.

Resultate:

			Gewichtsdifferenz *A—B*		Gewichtsänderung	
Versuch Nr. 2.	App. *A*	I	4.686 mg	±0.002	—0.019 mg	±0.002
		IIa	4.667	±0.001		
Versuch Nr. 3.	App. *B*	IIb	4.828	±0.002	—0.033	±0.006
		III	4.861	±0.006		

Versuch Nr. 4

(Dezember 1905, Januar 1906).

Gefäß: ∩-Röhren, Jenaer Glas von 1890.

Beschickung beider Apparate in den Schenkeln *a* und *b*. Grundlage 58.89 g KJ.

a) Jodkalium 58.89 g + Wasser 123.5 g = 182.39 g

b) Jodsäure 14.00 g + Schwefelsäure 41.30 g + Wasser 127.0 g
= 182.30 g

stöchiom. erforderlich: 12.48 g + » 34.77 g
überschüssig 1.52 g + » 6.53 g

Reaktionsmasse:

Vor dem Umsatz: 12.48 g HJO_3 + 58.89 g KJ + 34.77 g H_2SO_4 = 106.14 g
Nach » » 54.00 g J + 3.81 g H_2O + 48.33 g $KHSO_4$ = 106.14 g

Ausgleichung der Gefäße		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß und Füllung	456.248 g	409.038 ccm
	Platindraht	0.998	0.046
		457.246 g	409.084 ccm
App. B	Gefäß und Füllung	450.377 g	399.689 ccm
	3 Hohlkörper aus Glas	6.503	9.370
	Platindraht	0.363	0.017
		457.243 g	409.076 ccm
	Differenz:	etwa 3 mg	0.008 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 501.25 g.

Bei der Wägungsreihe I waren außergewöhnlich große Differenzen aufgetreten, und es wurde deshalb das Resultat der ersten Hälfte des Versuchs (—0.085 mg für App. *A*) als nicht zuverlässig außer Betracht gelassen.

Die auf die zweite Versuchshälfte mit Reaktion in Apparat *B* bezüglichen Wägungen, welche wegen nicht gut gelungener Zentrierung der Gefäße in vier verschiedenen Lagen derselben auf den Schalen vorgenommen wurden, ergaben folgende Zahlen:

II. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
21. Dez. M	*a*	*a*	2.551 mg	
21. » A	*g*	*a*	2.548	2.553 mg
22. » M	*g*	*g*	2.553	
22. » A	*a*	*g*	2.560	
24. » M	*a*	*a*	2.559	
24. » A	*g*	*a*	2.543	2.555
25. » M	*g*	*g*	2.550	
25. » A	*a*	*g*	2.568	
			Mittel:	2.554 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.001

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*.
(Reaktion am 26. und 27. Dezember ausgeführt.)

Wägungstag 1906	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A*—*B*	Mittel *A*—*B*
2. Jan. M	*a*	*a*	2.602 mg	2.604 mg
3. » M	*g*	*a*	2.552	
4. » M	*g*	*g*	2.621	
4. » A	*a*	*g*	2.641	
6. » M	*a*	*a*	2.608	2.610
6. » A	*g*	*a*	2.597	
7. » M	*g*	*g*	2.613	
8. » M	*a*	*g*	2.622	
			Mittel:	2.607 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.003

Resultat:

			Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 4.	App. *B*	II	2.554 mg ± 0.001	—0.053 mg ± 0.003
		III	2.607 ± 0.003	

Korrektion der vier Versuche.

Bei allen obigen Bestimmungen liegt wiederum der in der II. Versuchsperiode (1901—1905) meist begangene Fehler einer zu baldigen Vornahme der Wägungen nach Abschluß der Reaktion vor. Um die bei der letzteren auftretende Wärmeentwicklung zu prüfen, wurde der eine Schenkel einer ∩-Röhre mit 18 g Jodsäure, 100 g Wasser und 60 g konzentrierter Schwefelsäure beladen, der andere mit 87 g Jodkalium und 91 g Wasser. Das eingesenkte Thermometer stieg bei sehr langsamer Mischung um etwa 15°, bei rascherer um 21°[1]. Bezüglich der obigen vier Versuche

[1] Der verstorbene Prof. H. Jahn hat aus den Wärmetönungen, welche J. Thomsen für die bei der ganzen Umsetzung in Betracht kommenden Teilreaktionen gefunden hatte, die Temperaturerhöhung der Masse abgeleitet. Nach der mir übergebenen Rechnung müßte bei Innehaltung der bei den obigen Versuchen Nr. 1, 2, 3 bemerkten Gewichtsmengen der Stoffe eine Wärmemenge entstehen, welche die Temperatur von 1 kg Wasser um 7.51° steigert. Das Gesamtgewicht der umgesetzten Flüssigkeit betrug etwa 345 g, und macht man die Annahme, daß ihre Wärmekapazität gleich derjenigen des Wassers ist, so würde für die auftretende Temperaturerhöhung sich der Betrag von $\frac{1000}{345} \cdot 7.51 = 21.8°$ ergeben. Dieser maximale Wert kann aber nicht erreicht werden, weil 1. bei den Versuchen nicht die ganze Masse auf einmal der Reaktion unterworfen wurde, und 2. die Wärmekapazität der Umsetzungsmasse größer sein wird als die des Wassers. Demzufolge sind die beobachteten Erwärmungen auch unterhalb der berechneten geblieben.

ist die Temperaturzunahme auf 18° bis 20° zu schätzen, und es kann daher nach Kap. III, C, Tab. der Korrektionswert +0.025 mg Anwendung finden. Man hat dann:

Versuch	Beobachtet	Korrektion	Gewichtsänderung korrigiert	Wägungs-fehler
1	−0.004 mg	+0.025 mg	= **+0.021** mg	±0.003
2	−0.019	+0.025	= **+0.006**	±0.002
3	−0.033	+0.025	= **−0.008**	±0.006
4	−0.053	+0.025	= **−0.028**	±0.003

Da sich die korrigierten Werte nahezu aufheben und auch unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von ±0.030 mg liegen, muß völlige Unveränderlichkeit des Gewichts bei dieser Reaktion angenommen werden.

Sechste Reaktion.

Jod und Natriumsulfit.

Diese Reaktion war ursprünglich gewählt worden, weil sie unter Verschwinden von festem Jod erfolgt, während bei derjenigen zwischen Lösungen von Jodsäure und Jodwasserstoff Abscheidung festen Jods eintritt. Die beiden Umsetzungen konnten daher vielleicht von entgegengesetzten Gewichtsänderungen begleitet sein.

Zu den Versuchen diente anfänglich Natriumsulfit, abgewogen als das kristallisierte Salz $Na_2SO_3 + 7\,aq$. In diesem Falle können zwei verschiedene Umsetzungen eintreten: fügt man Jod zu überschüssigem Natriumsulfit, so bleibt die Flüssigkeit neutral und enthält dann Natriumdithionat:

$$2\,J + 2\,Na_2SO_3 = 2\,NaJ + Na_2S_2O_6.$$

Wird umgekehrt zu überschüssigem Jod Natriumsulfitlösung gesetzt, so zeigt die Mischung starksaure Reaktion infolge Bildung von Jodwasserstoff- und Schwefelsäure-Ionen:

$$2\,J + Na_2SO_3 + H_2O = 2\,HJ + Na_2SO_4.$$

Bei der Art des Ausführens der Mischung konnten beide Reaktionen auftreten, vorwiegend aber die zweite.

Später wurde Natriumhydrosulfit angewandt, abgewogen als konzentrierte Lösung von bekanntem Gehalt. In diesem Falle hatte man:

$$2\,J + H_2O + NaHSO_3 = 2\,HJ + NaHSO_4.$$

Versuch Nr. 1 (August 1890).

Derselbe war während der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule und unter Benutzung der alten Rueprechtschen Wage (Kap. III, B 1 b) ausgeführt worden.

Gefäße: Große ∩-Röhren aus Thüringer Glas (Kap. III, A 2).

Beschickung der beiden Schenkel:

a) 90 g gepulvertes Jod + 200 g Wasser = 290 g,

b) 134 g $Na_2SO_3 + 7\,aq$ + 156 g Wasser = 290 g,

entsprechend 67 g Na_2SO_3 = $1\frac{1}{2}$ Mol. auf 2 At. Jod.

Reaktionsmasse 157 g.

Um den Übertritt von Joddämpfen zu der Sulfitlösung zu verhindern, wurde die Flüssigkeit in beiden Schenkeln mit einer etwa 5 mm hohen Schicht von Paraffinöl bedeckt. Bei der Reaktion verschwand das Jod gänzlich.

Nach Ausgleichung der Gefäße ergab die Bestimmung mit den Zusatzkörpern:

	Gewicht	Volum
App. *A*:	918.585 g	906.94 ccm
App. *B*:	918.580	906.96
Differenz:	etwa 5 mg	0.02 ccm

Wägungen. Die Resultate derselben sind bereits in der I. Abhandlung vom Jahre 1893 S. 325 angegeben. Wie dort beschrieben, wurde bei der Wägungsreihe I mit den ursprünglichen Gefäßen mehrmals die Prüfung vorgenommen, in welcher Weise sich die Gewichtsdifferenz $A-B$ ändert, wenn eine zweistündige Erhitzung des Apparates *A* auf 32° und ferner beider Apparate auf 40° stattgefunden hat. Hierbei ließen die Versuche keine deutliche Wirkung erkennen. Da der Zustand der Gefäße in bezug auf Wasserhaut und Volum durch diese Eingriffe ohne Zweifel beunruhigt war und keine Sicherheit vorliegt, ob bei den letzten Gewichtsbestimmungen die thermischen Nachwirkungen schon ihr Ende erreicht hatten, so erscheint es ratsam, in dem vorliegenden Bericht auf die Wägungsreihe I und damit auf die erste Versuchshälfte, welche eine Gewichtsvermehrung von 0.105 mg ergeben hatte, zu verzichten. Es möge daher nur das Ergebnis der Reaktion in Apparat *B* angeführt werden, welches auf folgenden Wägungen basiert:

Wägungsreihe II Nach der Reaktion in App. *A*		Wägungsreihe III Nach der Reaktion in App. *B*	
Wägungstag 1890	Gewichts-differenz *A–B*	Wägungstag 1890	Gewichts-differenz *A–B*
29. Juli	5.599 mg	5. August	5.619 mg
30. »	5.608	6. »	5.654
1. August	5.582	7. »	5.610
2. »	5.596	Mittel:	5.628 mg
3. »	5.602	Mittl. Fehler:	±0.013
Mittel:	5.597 mg	Gr. Wäg.-Diff.:	0.034
Mittl. Fehler:	±0.004		
Gr. Wäg.-Diff.:	0.026		

Resultat:

			Gewichtsdiff. *A–B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1.	App. *B*	II	5.597 mg ± 0.004	−0.031 mg ± 0.014
		III	5.628 ± 0.013	

Versuch Nr. 2 (August 1891).

Auch dieser Versuch wurde in der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule und unter Benutzung der alten Rueprechtschen Wage vorgenommen. Er gehört also zu denjenigen, welche unter weniger günstigen Umständen verlaufen sind.

Gefäße: Große ∩-Röhren aus Thüringer Glas.

Beschickung der beiden Schenkel:

a) 110 g gepulvertes Jod + 200 g Wasser = 310 g,
b) 164 g $Na_2SO_3 + 7\,ag$ + 146 g Wasser = 310 g,

entsprechend 82 g $Na_2SO_3 = 1\frac{1}{2}$ Mol. auf 2 At. Jod.

Reaktionsmasse 192 g. Bei der Umsetzung fand Verschwinden der ganzen Jodmenge statt.

Ausgleichung der Apparate mit ihren Zusatzkörpern.

	Gewicht	Volum
App. *A*:	913.658 g	969.990 ccm
App. *B*:	913.654	969.965
Differenz:	etwa 4 mg	0.025 ccm

Die Wägungen geschahen wie bei Versuch Nr. 1 unter Aufhängen der Apparate am oberen Schalenkreuz.

Erste Versuchshälfte. Reaktion in Apparat *A*.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion	
Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz *A–B*	Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz *A–B*
30. Juli	4.436 mg	10. Aug.	4.473 mg
2. Aug.	4.509	12. »	4.495
4 »	4.497	13. »	4.486
6. »	4.472	14. »	4.448
8. »	4.456	15. »	4.477
Mittel:	4.474 mg	Mittel:	4.476 mg
Mittlerer Fehler:	±0.013	Mittlerer Fehler:	±0.007
Größte Wäg.-Diff.:	0.073	Größte Wäg.-Diff.:	0.047

Resultat:

		Gewichtsdiff. *A–B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 2. App. *A*	I	4.474 mg ± 0.013	+0.002 mg ± 0.015
	II	4.476 ± 0.007	

Die zweite Versuchshälfte wurde erst im Dezember 1891, und zwar unter Benutzung der Stückrathschen Wage (Kap. III, B 1 a) ausgeführt. Wie aus den in Abhandlung I, S. 327 mitgeteilten Tabellen ersichtlich ist, traten zwischen den verschiedenen Wägungen erhebliche Differenzen bis nahe 0.1 mg auf, was von den ungünstigen Temperaturverhältnissen des damaligen Lokals herrührte. Es dürfte daher das Ergebnis der Reaktion in Apparat *B*, welches in einer Gewichtsabnahme von 0.127 mg bestand, als nicht genügend sicher auszuschließen sein.

Versuch Nr. 3 (Oktober, November 1901).

Zu diesem der II. Arbeitsperiode angehörigen Versuch diente Natriumhydrosulfit. Derselbe wurde im II. Chemischen Universitäts-Laboratorium unter Benutzung der neuen Rueprechtschen Wage angestellt.

Gefäße: Kleine ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel *a* und *b*. Hierbei wandte man eine wässerige Natriumhydrosulfitlösung mit 37.72 Prozent $NaHSO_3$ an.

a) 50 g gepulvertes Jod + 135 g Wasser = 185 g,
b) 60 g Sulfitlösung + 125 g Wasser = 185 g,
enthaltend: 22.63 g $NaHSO_3$,
stöchiometrisch erforderlich: 20.52 g $NaHSO_3$ auf 50 g Jod.

Mit Zugrundelegung der Gleichung:

$$2\,J + NaHSO_3 + H_2O = 2\,HJ + NaHSO_4$$

bestand die Reaktionsmasse aus:

Vor der Umsetzung: 50.00 g J + 20.52 g $NaHSO_3$ + 3.55 g H_2O = 74.07 g
Nach » » 50.40 g HJ + 23.67 g $NaHSO_4$ = 74.07 g

Nach Ausgleichung der Apparate wurden Volumbestimmungen derselben samt den Zusatzkörpern mittels hydrostatischer Wägungen unter Wasser von zwei verschiedenen Temperaturen angestellt. Dieselben ergaben:

	Temperatur des Wassers	Volum von App. *A*	Volum von App. *B*	Differenz
1.	16.5°	496.640 ccm	496.630 ccm	0.010 ccm
2.	18.2	496.675	496.650	0.025

Gewicht der ausgeglichenen Apparate: 539.60 g. *A* um etwa 5 mg schwerer als *B*.

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g): 583.61 g.

Wägungen. Dieselben waren stets bei gleicher Stellung der Apparate auf den Schalen vorgenommen worden.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in App. *A*	
Wägungstag 1901	Gewichts-differenz *A*—*B*	Wägungstag 1901	Gewichts-differenz *A*—*B*
27. Okt.	5.433 mg	3. Nov.	5.423 mg
28. »	5.432	4. »	5.408
31. »	5.429	5. »	5.413
1. Nov. M	5.428	6. »	5.394
1. » A	5.443	7. »	5.420
Mittel:	5.433 mg	Mittel:	5.412 mg
Mittl. Fehler:	±0.003	Mittl Fehler:	±0.005
Gr.Wäg.-Diff.:	0.015	Gr.Wäg.-Diff.:	0.029

Resultat:

		Gewichtsdiff. *A*—*B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 3. App. *A*	I	5.433 mg ± 0.003	— 0.021 mg ± 0.006
	II	5.412 ± 0.005	

Der Reaktionsversuch konnte nur zur ersten Hälfte ausgeführt werden, weil bei Vornahme der Substanzmischung in Apparat *B* an dem zu diesem gehörigen gläsernen Zusatzkörper eine Spitze abbrach.

Versuch Nr. 4 (Februar, März 1902).

Derselbe war unter gleichen Verhältnissen wie Nr. 3 ausgeführt worden. Es diente dazu wieder die Natriumhydrosulfitlösung mit 37.72 Prozent $NaHSO_3$.

Gefäße: Kleine ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 80 g gepulvertes Jod + 90 g Wasser = 170 g,

b) 100 g Sulfitlösung + 70 g Wasser = 170 g,

enthaltend: 36.53 g $NaHSO_3$,

stöchiometrisch erforderlich: 32.80 g $NaHSO_3$ auf 80 g Jod.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 80.00 g J + 32.80 g $NaHSO_3$ + 5.67 g H_2O = 118.47 g

Nach » » 80.63 g HJ + 37.84 g $NaHSO_4$ = 118.47 g.

Nach Ausgleichung der Apparate ergab sich für die mit den Zusatzkörpern versehenen:

	App. *A*	App. *B*	Differenz
Volum bei 12.20°:	417.385 ccm	417.416 ccm	0.031 ccm
Gewicht:	463.25 g	*B* um etwa 6 mg leichter.	

Wägungen auf der neuen Rueprechtschen Wage mit gleicher Stellung der Apparate auf den Schalen.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in App. *A*	
Wägungstag 1902	Gewichts-differenz *A*—*B*	Wägungstag 1902	Gewichts-differenz *A*—*B*
14. Febr.	5.686 mg	18. Febr.	5.651 mg
15. » M	5.707	19. »	5.674
15. » A	5.690	20. »	5.660
16. »	5.705	22. »	5.661
Mittel:	5.697 mg	23. »	5.669
Mittl. Fehler:	±0.005	Mittel:	5.663 mg
Gr. Wäg.-Diff.:	0.021	Mittl. Fehler:	±0.004
		Gr. Wäg.-Diff.:	0.023

Resultat:

		Gewichtsdiff. $A-B$	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 4. App. A	I	5.697 mg $+$ 0.005	$-$0.034 mg $\pm$ 0.006
	II	5.663 $\pm$ 0.004	

Nach Ausführung der Reaktion in Apparat B zeigte sich bei den fortgesetzten Wägungen, daß die Differenz $A-B$ allmählich immer mehr abnahm. Sie betrug am:

25. Februar	M	5.638 mg
27. »	M	5.608
13. März	M	5.594
13. »	A	5.592
14. »	M	5.517
16. »	M	5.478
18. »	M	5.460
21. »	M	5.328

Hiernach war unzweifelhaft an einem der Gefäße, und zwar an A, eine undichte Stelle entstanden, und der Versuch mußte abgebrochen werden. Später ließ sich in der Tat am Boden des einen Schenkels ein Sprung auffinden.

Korrektion der vier Versuche.

Die vorstehenden Beobachtungen sind zu Zeiten angestellt worden, in welchen ich der Meinung war, daß es zweckmäßig sei, die Ausführung der Reaktionsversuche möglichst zu beschleunigen. Demzufolge wurde, wie aus den obigen Tabellen ersichtlich, schon am zweiten Tage nach Vornahme einer Reaktion mit den Wägungen begonnen und die Anzahl derselben auf höchstens 5 beschränkt. Wie erst später erkannt, war aber unter diesen Umständen die Wirkung der Reaktionswärme auf das Glasgefäß noch nicht beendigt. Zur Ermittelung des hierdurch entstehenden Fehlers wurde auf die in Kap. III, C 1 b beschriebene Weise die während der Umsetzung entstehende Temperaturerhöhung der Masse durch zwei Prüfungen bestimmt, und zwar unter Anwendung der bei Versuch Nr. 3 (50 g Jod) und Nr. 1 (90 g Jod) benutzten Mischungsverhältnisse. Im ersten Falle trat eine Erwärmung um 8°, im zweiten um 11° ein. Beide Zahlen liegen nahe der Temperaturzunahme von 10°, für welche nach Kap. III, C 1, Tab. 7 der Korrektionswert $+$0.010 mg anzunehmen ist. Man hat somit:

Versuch Nr.	Beobachtete Gewichts-änderung	Korrektion	Korrigierte Gewichts-änderung	Wägungs-fehler
1	−0.031 mg	+0.010 mg	−0.021 mg	±0.014 mg
2	+0.002	+0.010	+0.012	±0.015
3	−0.021	+0.010	−0.011	±0.006
4	−0.034	+0.010	−0.024	±0.006

Man sieht, daß die korrigierten Werte, wenn sie auch die Wägungsfehler überschreiten, doch alle unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von ±0.030 mg (Kap. III D) liegen. Dies ist übrigens auch schon bei den direkten Beobachtungen nahezu der Fall. Es muß somit angenommen werden, daß die Reaktion zwischen Jod und Natriumsulfit ohne Gewichtsänderung verläuft.

Siebente Reaktion.

Uranylnitrat und Kaliumhydroxyd.

$$2\,UO_2(NO_3)_2 + 6\,KOH = K_2U_2O_7 + 4\,KNO_3 + 3\,H_2O.$$

Die Reaktion war gewählt worden, um zu prüfen, ob bei einem Element mit hohem Atomgewicht sich vielleicht eine stärkere Gewichtsänderung bemerkbar macht.

Versuche Nr. 1 und 2 (Mai 1905).

Gefäße: Kleine ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 63.7 g $UO_2(NO_3)_2 + 6\,aq$ + 96.3 g Wasser = 160 g (entsprechend 50.0 g wasserfreiem Salz),

b) 25.0 g Ätzkali + 135 g Wasser = 160 g (stöchiometrisch erforderlich 21.35 g Ätzkali).

Demnach war die Reaktionsmasse:

vor der Umsetzung: 50.00 g $UO_2(NO_3)_2$ + 21.35 g KOH = 71.35 g
nach » » 42.28 g $K_2U_2O_7$ + 25.65 g KNO_3 + 3.42 g H_2O = 71.35 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 19.12°
App. A	Gefäß + Füllung	416.229 g	409.809 ccm
	Platindraht	2.105	0.098
		418.334 g	409.907 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	414.860 g	403.980 ccm
	Erster Glaskörper	1.959	3.23
	Zweiter Glaskörper	1.511	2.70
		418.330 g	409.910 ccm
	Differenz $A-B$:	etwa 4 mg	0.003 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ) etwa 462.34 g.

Wägungen. Neue Rueprechtsche Wage. Zwei verschiedene Stellungen der Apparate auf den Schalen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
14. Mai M	*a*	*a*	2.823 mg	2.835 mg
14. » A	*g*	*a*	2.847	
15. » M	*g*	*a*	2.832	2.829
15. » A	*a*	*a*	2.826	
16. » M	*a*	*a*	2.820	2.825
16. » A	*g*	*a*	2.830	
			Mittel:	2.830 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.003
			Größte Wägungsdifferenz:	0.010

II. Nach der Reaktion in Apparat A.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate A	B	Gewichtsdifferenz $A-B$	Mittel $A-B$
20. Mai M	*a*	*a*	2.820 mg	2.833 mg
21. » M	*g*	*a*	2.846	
22. » M	*a*	*a*	2.838	2.837
22. » A	*g*	*a*	2.835	
24. » M	*g*	*a*	2.853	2.832
24. » A	*a*	*a*	2.812	
26. » M	*a*	*a*	2.840	2.841
26. » A	*g*	*a*	2.842	
			Mittel:	2.836 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.002
			Größte Wägungsdifferenz:	0.009

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A*−*B*	Mittel *A*−*B*
30. Mai M	*a*	*a*	2.833 mg	2.827
31. » M	*a*	*g*	2.821	
1. Juni M	*a*	*g*	2.835	2.836
1. » A	*a*	*a*	2.837	
4. » M	*a*	*a*	2.838	2.839
4. » A	*a*	*g*	2.840	
			Mittel:	2.834 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.004
			Größte Wägungsdifferenz:	0.012

Resultate:

			Gewichtsdiff. *A*−*B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1	App. *A*	I	2.830 mg ± 0.003	**+0.006** mg ± 0.004
		II	2.836 ± 0.002	
Versuch Nr. 2	App. *B*	III	2.834 ± 0.004	**+0.002** ± 0.004

Eine Korrektion ist an diesen Versuchen nicht anzubringen, da bei der Reaktion eine Erwärmung um höchstens 2° stattfand. Beide Zahlen sprechen wegen ihrer Kleinheit für völlige Konstanz des Gewichts.

Achte Reaktion.

Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd.

$$CCl_3 . CH(OH)_2 + KOH = CCl_3H + CHKO_2 + H_2O.$$

Es sollte durch dieselbe das Verhalten einer nicht dissoziierten Substanz geprüft werden.

Versuche Nr. 1 und 2 (Juli, August 1891).

Dieselben sind während der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt worden und finden sich bereits in der I. Abhandlung (Sitzungsber. 1893, S. 327, 328) beschrieben.

Gefäße: Große ∩-Röhren aus Thüringer Glas.

Beschickung der Schenkel:

a) 150 g gepulvertes Chloralhydrat,

b) 55 g Ätzkali + 100 g Wasser,

stöchiometrisch erforderlich 51 g KOH.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetz.: 150 g Chloralhydrat + 51 g Kaliumhydroxyd = 201 g
Nach » » 108 g Chloral + 76 g Kaliumformiat + 17 g Wasser = 201 g

Nach vorgenommener Ausgleichung der Apparate hatte man:

	App. *A*	App. *B*	Diff.
Volum	894.86 ccm	894.82 ccm	0.04 ccm
Gewicht	670.20 g	*B* um etwa 4 mg leichter.	

Die Wägungen wurden mittels der alten Rueprechtschen Wage vorgenommen, unter Aufhängung der Apparate am oberen Teil des Schalenbügels.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat *A*		III Nach der Reaktion in Apparat *B*	
Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz *A*–*B*	Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz *A*–*B*	Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz *A*–*B*
1. Juli	4.081 mg	12. Juli	4.074 mg	9. Aug.	4.051 mg
3. »	4.068	24. »	4.053		
5. »	4.010	2. Aug.	4.075		
7. »	4.022	3. »	4.029		
9. »	4.050	Mittel:	4.058 mg		
Mittel:	4.046 mg	Mittl. Fehler:	±0.011		
Mittl. Fehler:	±0.013	Gr. Wäg.-Diff.:	0.046		
Gr. Wäg.-Diff.:	0.071				

Trotz der großen Differenzen zwischen den einzelnen Wägungen, wie sie bei der alten Rueprechtschen Wage vorkamen, sowie der Beschränkung des Abschnittes III auf eine einzige Beobachtung dürften doch die obigen Ergebnisse genügende Sicherheit bieten, um sie beibehalten zu können.

Resultate:

			Gewichtsdiff. *A*–*B*		Gewichtsänderung
Vers. Nr. 1.	App. *A*	I	4.046 mg	±0.013	**+0.012** mg ±0.017
		II	4.058	±0.011	
Vers. Nr. 2.	App. *B*	II	4.058		**+0.007**
		III	4.051		

Einer Korrektion bedürfen diese Zahlen nicht, weil die Umsetzung ohne merkliche Erwärmung verlief.

Da die Resultate unter die Versuchsfehler fallen, hat sich somit bei dieser Reaktion keine Gewichtsänderung konstatieren lassen.

Neunte Reaktion.

Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung mittels Wechselstrom und Gleichstrom.

Der auf Vorschlag des Hrn. Kollegen W. Nernst unternommene Versuch sollte Aufschluß geben, ob bei vielfach wiederholtem Übergang eines Elements aus dem ionisierten Zustand in den molekularen und umgekehrt sich eine Gewichtsänderung bemerkbar macht. Zu diesem Zwecke wurde eine konzentrierte Lösung von Jodkadmium, welche mit etwas freiem Jod versetzt war, der Einwirkung eines raschen Wechselstroms ausgesetzt. Hierbei besteht der Vorgang darin, daß das Kadmium als komplexes Jodid in der Flüssigkeit bleibt, während ein Teil des Jods an beiden Elektroden die erwähnte Umwandlung erleidet, welche möglicherweise durch die heftige Erschütterung einen Zerfall des Atoms verursacht.

Die angewandten zwei elektrolytischen Apparate, welche bereits in Kap. III, A 2 c, Fig. 4 abgebildet sind, bestanden aus Glaszylindern von 12 cm Höhe und 4 cm Durchmesser, am Boden geschlossen und oben in eine Spitze ausgehend. Im Innern waren in konzentrischer Stellung zwei röhrenförmig gebogene Platinbleche von 9 cm Höhe und 3.5 bzw. 2.5 cm Durchmesser angebracht, von welchen Platindrähte durch die Glaswandung nach außen führten. Die einander zugekehrte Oberfläche dieser beiden Elektroden betrug bei der größeren 99, bei der kleineren 71 qcm. Vor der Benutzung war die äußere Glasoberfläche der Gefäße auf die in Kap. III, A 2 beschriebene Weise zuerst mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit wässerigem Ammoniak behandelt worden.

Zur Beschickung jedes Gefäßes wurden 135 ccm einer wässerigen Lösung angewandt, welche in 100 ccm 40 g Kadmiumjodid und ferner eine kleine Menge Jod enthielt.

Die Ausgleichung der beiden Apparate, deren Einzelheiten schon in Kap. III, A 4 als Beispiel mitgeteilt sind, führte schließlich zu folgenden Volum- und Gewichtsdifferenzen:

Apparat *A*	Gewicht	Volum bei 17.50°
Gefülltes Gefäß	378.263 g	236.630 ccm
Platindraht (Dichte 21.5)	1.895	0.088
	380.158 g	236.718 ccm

Apparat *B*	Gewicht	Volum bei 17.50°
Gefülltes Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Hohlkörper aus Glas	1.760	3.110
Platindraht	0.309	0.014
	380.155 g	236.702 ccm
Somit *A*—*B*:	etwa 3 mg	0.016 ccm

Zur Wägung wurden die Apparate in zwei gleich schwere (86.650 g) Stative aus poliertem Messing gestellt, wodurch die Schalenbelastung auf etwa 466.80 g stieg. Der Transport der Gefäße geschah stets samt ihren Stativen, und zwar mit Hilfe zweier an den letzteren angebrachten Hacken, welche mittels einer polierten Stahlgabel sich anfassen ließen. Zu den Präzisionswägungen diente ausschließlich die neue Rueprechtsche Wage.

Die Elektrolyse der Jodkadmiumlösung wurde auf drei Arten vorgenommen:

a) mittels raschen Wechselstroms. Hierzu benutzte man einen zweipoligen Gleichstrommotor, von dessen Überwickelung zwei Punkte mit Schleifringen verbunden waren, an denen der Wechselstrom abgenommen wurde. Die Zahl der Umdrehungen betrug etwa 1500 in der Minute (1 Umdrehung in 0.04 Sek.). Die Stromstärke wurde stets auf 3 Amp. reduziert.

b) mittels langsamen Wechselstroms. Bei einem zuerst unter Anwendung des raschen Wechselstromes eingeführten Versuch (Nr. 1 der nachfolgenden Tabelle) hatte sich keine Gewichtsänderung des behandelten Apparates ergeben. Da die Ursache vielleicht darin liegen konnte, daß der Stromwechsel gegenüber der Zeitdauer der Reaktion zu schnell erfolgte, wurde zur Anwendung eines in größeren Intervallen kommutierten Gleichstromes übergegangen. Der dazu hergestellte rotierende Kommutator war

ähnlich der von Le Blanc und Schick[1] gebrauchten Vorrichtung. Er bestand aus einer Hartgummischeibe, deren Peripherie an zwei gegenüberliegenden Quadranten mit Metallstreifen belegt war, von denen durch Schleifkontakte der Strom abgeleitet wurde, während die Zuführung desselben auf die beiden durch die Scheibe isolierten Seiten der Drehungsachse erfolgte. Als Motor hatte sich am besten ein kleines oberschlächtiges Wasserrad von 20 cm Durchmesser bewährt, welches man über Nacht gehen lassen konnte. Die Geschwindigkeit wurde so reguliert, daß der Kommutator in 2 Sekunden 1 Umdrehung machte, wobei zweimal Stromschluß und zweimal Unterbrechung von je $\frac{1}{2}$ Sekunde Dauer stattfand. Die Zeit der elektrolytischen Wirkung betrug demnach die Hälfte der Rotationsdauer des Kommutators. Der von einer Akkumulatorenbatterie gelieferte Strom wurde auf die Intensität von 3 Amp. reduziert, Spannung 4—5 Volt. Bei dem langsamen Verlauf der Elektrolyse war stets auf der jeweiligen anodischen Platinplatte ein schwärzlicher Anflug von Jod sichtbar, welcher beim Gegenstromstoß wieder verschwand. Die Dauer der Stromwirkung schwankte, wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich, zwischen 5 und 110 Stunden; jedoch wurde die Behandlung meist auf mehrere Tage verteilt, um eine zu anhaltende Erwärmung des elektrolytischen Glasgefäßes zu vermeiden. Wie besondere, am Schlusse der Versuche vorgenommene Prüfungen zeigten, bei welchen durch die geöffnete Spitze der Gefäße ein Thermometer in die Flüssigkeit eingesenkt wurde, fand bei zweistündiger Elektrolyse eine Temperatursteigerung von anfänglich 18° auf etwa 28° und nach 6—8 Stunden auf höchstens 48° statt, somit Zunahme um etwa 30°.

c) mittels Gleichstroms. Derselbe wurde von einer Akkumulatorenbatterie geliefert unter Abschwächung der Stromstärke auf 1—1$\frac{1}{2}$ Amp. Spannung 4 Volt.

Die angestellten Versuche, von welchen Nr. 1 im Physikalisch-Chemischen Institut der Universität, Nr. 2—9 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt worden waren, folgen nunmehr in chronologischer Ordnung.

---

[1] Zeitschr. f. physikal. Chemie **46**, 213 (1903).

Versuch Nr. 1 (Januar 1906).

Versuch Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906	Tage nach der Behandlung	Gewichtsdifferenz $A-B$
	Vor der Elektrolyse	8. Januar	—	3.138 mg
		10. »	—	3.152
		12. »	—	3.151
		13. »	—	3.138
		14. »	—	3.146
				3.145 mg ± 0.003
1	Apparat A am 15., 16. und 17. Januar erst 30 St. (mit Nachtbetrieb), dann nach 14 stündiger Unterbrechung nochmals 10 St. dem raschen Wechselstrom ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der Elektrolyse 40 St.	22. Januar	5	3.142 mg
		23. »	6	3.153
		25. »	8	3.139
		27. »	10	3.141
		29. »	12	3.130
				3.141 mg ± 0.004

Versuche Nr. 2 und 3 (Juli, August 1906). Nacheinander ausgeführt.

Versuch Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906	Tage nach der Behandlung	Gewichtsdifferenz $A-B$
	Vor der Elektrolyse	13. Juli	—	2.894 mg
		14. »	—	2.897
		16. »	—	2.880
		17. »	—	2.889
				2.890 mg ± 0.004
2	Apparat A vom 17. bis 20. Juli täglich etwa 2 St. dem langsamen Wechselstrom ausgesetzt. 3 Amp. 4 Volt. Gesamtdauer der Behandlung 10 St. Dauer der Stromwirkung 5 St.	23. Juli	3	2.882 mg
		24. »	4	2.884
		25. »	5	2.863
		26. »	6	2.875
				2.876 mg ± 0.005
3	Apparat A nochmals vom 27. Juli bis 1. Aug. täglich etwa 8 St. dem langsamen Wechselstrom ausgesetzt. 3 Amp. 4 Volt. Gesamtdauer der Behandlung 40 St. Dauer der Stromwirkung 20 St.	3. Aug.	2	2.858 mg
		4. »	3	2.847
		6. »	5	2.857
		7. »	6	2.846
		8. »	7	2.842
				2.850 mg ± 0.003

Versuche Nr. 4 bis 9 (Oktober 1906 bis März 1907).
Nacheinander ausgeführt.

Versuch Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906/07	Tage nach der Behandlung	Gewichtsdifferenz $A-B$
	Vor der Elektrolyse	23. Oktober	—	2.902 mg
		25. »	—	2.903
		26. »	—	2.899
		27. »	—	2.894
		30. »	—	2.902
		31. »	—	2.898
				2.900 mg ± 0.001
4	Apparat A dem langsamen Wechselstrom in der Zeit vom 1. bis 12. November täglich einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 36 St. Stromwirkung 18 St.	14. Novbr.	2	2.800 mg
		16. »	4	2.842
		17. »	5	2.865
		19. »	7	2.876
		20. »	8	× 2.884
		21. »	9	× 2.889
		22. »	10	× 2.904
		23. »	11	× 2.892
		24. »	12	× 3.883
				× 2.890 mg ± 0.004
5	Apparat B dem langsamen Wechselstrom in der Zeit vom 26 November bis 4. Dezember täglich einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 50 St. Stromwirkung 25 St.	7. Dezbr.	3	2.922 mg
		8. »	4	2.917
		10. »	6	× 2.897
		11. »	7	× 2.908
		13. »	9	× 2.885
		17. »	13	× 2.910
		29. »	25	× 2.880
				× 2.896 mg ± 0.006
6	Apparat B nochmals dem langsamen Wechselstrom in der Zeit vom 2. bis 8. Januar 1907 bei Tage sowie Nacht einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 110 St. Stromwirkung 55 St.	10. Januar	2	2.938 mg
		11. »	3	2.923
		14. »	6	× 2.899
		15. »	7	× 2.910
		16. »	8	× 2.903
		18. »	9	× 2.891
		19. »	10	× 2.897
				× 2.900 mg ± 0.003

Versuch Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1907	Tage nach der Behandlung	Gewichtsdifferenz $A-B$
7	Apparat *B* mit Gleichstrom von 1.2 Amp. am 20. Januar 1 St. lang behandelt. Abgeschieden nach Rechnung: 2.52 g Cd 5.68 g J	22. Januar	2	2.945 mg
		24. "	4	2.940
		26. "	6	2.924
		28. "	8	× 2.915
		29. "	9	× 2.906
		30. "	10	× 2.913
		2. Februar	13	× 2.908
		4. "	15	× 2.903
				× 2.909 mg ± 0.002
8	Apparat *A* dem langsamen Wechselstrom vom 4. bis 15. Februar, teilweise mit Nachtbetrieb, ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 220 St. Stromwirkung 110 St.	22. Februar	7	2.860 mg
		23. "	8	2.869
		25. "	10	2.875
		26. "	11	2.877
		27. "	12	2.864
				2.869 mg ± 0.003
9	Apparat *A* mit Gleichstrom von 1 Amp. am 2. bis 7. März täglich 1 bis 2 St. behandelt. Gesamtdauer 9 St. Abgeschieden nach Rechnung: 18.86 g Cd 42.62 g J	11. März	4	2.851 mg
		12. "	5	2.847
		16. "	9	2.853
		18. "	11	2.851
		19. "	12	2.848
				2.850 mg ± 0.001

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Gewichtsänderungen:

In der Tabelle enthält Kol. III die Gesamtdauer der mit mehrfachen Unterbrechungen vorgenommenen Elektrolyse. Die Zahlen der Kol. IV geben an, daß die Wägungen zwischen dem n^{ten} und n_1^{ten} Tage nach Ausführung der Elektrolyse stattfanden. Die mittleren Wägungsfehler der Differenzen $A—B$ schwankten zwischen ±0.001 und 0.006 mg.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Gewichtsänderungen bedürfen aber einer Korrektion. Die Elektrolyse war stets mit einer beträchtlichen Erwärmung des Apparates verbunden, und zwar zeigten besondere nach Beendigung der Versuche vorgenommene Prüfungen, bei welchen durch die geöffnete Spitze des Gefäßes ein Thermometer in die Flüssigkeit eingesenkt war, daß während 5 bis 8 stündiger Elektrolyse mit langsamem Wechselstrom die anfängliche Temperatur von 18° auf 48° bis höchstens

I	II		III	IV	V	VI
Versuch Nr.	Gefäß	Behandlung	Gesamtdauer der Elektrolyse	Wägungstage nach der Elektrolyse	Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
		anfänglich	—	—	3.145 mg	
1	*A*	rascher Wechselstrom.....	40 St.	n n_1 5—12	3.141	—0.004 mg
		anfänglich	—	—	2.890	
2	*A*	langsamer Wechselstrom ..	5 "	3—6	2 876	—0.014
3	*A*	langsamer Wechselstrom ..	20 "	2—7	2.850	—0.026
		anfänglich	—	—	2.900	
4	*A*	langsamer Wechselstrom ..	18 "	8—12	2.890	—0.010
5	*B*	langsamer Wechselstrom ..	25 "	6—25	2.896	—0.006
6	*B*	langsamer Wechselstrom ..	55 "	6—10	2.900	—0.004
7	*B*	Gleichstrom..............	1 "	8—15	2.909	—0.009
8	*A*	langsamer Wechselstrom ..	110 "	7—12	2.869	—0.040
9	*A*	Gleichstrom..............	9 "	4—12	2.850	—0.019

52° stieg. Da ferner die Wägungen meist schon zwischen dem 3. bis 12. Tage nach der Elektrolyse ausgeführt wurden, wo möglicherweise der Einfluß der Erhitzung auf das Gefäß noch nicht verschwunden war, so mußten die Resultate nach Kap. III, C 1 b, Tabelle 7 korrigiert werden. Man kann daher für die bei den elektrolytischen Versuchen eingetretene Temperatursteigerung von etwa 30° unbedenklich den Korrektionswert +0.018 mg wählen.

I	II	III	IV	V
Versuch Nr.	Stromdauer	In Reaktion getretenes Jod	Gewichtsänderungen direkt beobachtet	Gewichtsänderungen mit Korrektion +0.018
		Wechselstrom. 3 Amp.		
2	5 St.	71.0 g	—0.014 mg	**+0.004** mg
4	18	255.7	—0.010	**+0.008**
3	20	284.1	—0.026	**—0.008**
5	25	355.1	—0.006	**+0.012**
1	40	568.2	—0.004	**+0.014**
6	55	781.3	—0.004	**+0.014**
8	110	1562.6	—0.040	**—0.022**
		Gleichstrom.		
7	1 St. 1.2 Amp.	5.68 g	—0.009 mg	**+0.009** mg
9	9 " 1 "	42.62	—0.019	**—0.001**

In der obigen Tabelle sind die korrigierten Beobachtungen geordnet nach der Stromdauer sowie der davon abhängigen Gewichtsmengen Jod, auf welche sich der elektrolytische Vorgang erstreckt hat. Die Berechnung der letzteren Zahlen gründet sich darauf, daß ein Strom von 1 Amp. Stärke in 1 Stunde 4.025 g Ag = 4.735 g Jod abscheidet.

Wie aus Kol. IV hervorgeht, führten die direkten Versuchsresultate sämtlich zu negativen Zahlen, und es konnte daher wie früher bei anderen Reaktionen die Vermutung auftauchen, daß die Gewichtsabnahmen trotz ihres geringen Betrages als wirklich bestehend anzusehen seien. Durch Anbringung der Korrektion (Kol. V) haben nun aber mehrere der Zahlen ein positives Vorzeichen erhalten, und es charakterisieren sich dieselben jetzt als gewöhnliche Versuchsschwankungen, wie sie eintreten würden, wenn die Reaktion ganz ohne Gewichtsänderung verläuft. Da außerdem die Änderungen sich nicht proportional der Stromdauer bzw. den in Reaktion getretenen Jodmengen erweisen, so kann mit Bestimmtheit behauptet werden, daß bei der Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung das Gewicht völlig konstant bleibt.

Zehnte Reaktion.

Lösungsvorgänge.

Zur Prüfung der Frage, ob die Spaltung von Molekülen in die Ionen von einer Gewichtsänderung begleitet ist, wurden eine Anzahl Lösungsversuche mit Salzen vorgenommen. Bis jetzt lagen nur vier Beobachtungen von Heydweiller (s. Kap. II d) vor, welche beim Lösen von Kupfervitriol in Wasser sämtlich Gewichtsabnahmen im Betrage zwischen —0.029 und —0.126 mg ergeben hatten. Zu den folgenden während der II. Arbeitsperiode ausgeführten Versuchen sind Chlorammonium, Bromkalium und Uranylnitrat benutzt worden. Die Wägungen geschahen alle mittels der neuen Rueprechtschen Wage.

a. Chlorammonium in Wasser.

Versuch Nr. 1 (Juni 1902).

Gefäße: ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas, inwendig mit einer Paraffinschicht bekleidet.

Beschickung der Schenkel:

a) 95 g gepulverten Salmiak,

b) 115 g Wasser.

Die vorhandene Wassermenge löste bei mittlerer Temperatur (19°) etwa 44 g Salmiak, und es blieben 51 g im festen Zustand zurück.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 23.6°
App. *A*	Gefäß + Füllung	309.678 g	413.778 ccm
	Platindraht	0.180	0.008
		309.858 g	413.786 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	302.567 g	411.615 ccm
	Glashohlkörper + Inhalt	7.111	2.126
	Platindraht	0.176	0.008
		309.854 g	413.749 ccm
	Differenz *A*—*B*	etwa 4 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 52.16) etwa 362 g.

Wägungen: Bei der Beschickung der Gefäßschenkel war das Versehen begangen worden, dieselben ungleich stark zu belasten. Hierdurch ließ sich die Zentrierung der Apparate auf ihren Stativen (s. Kap. III, B 4 b) nicht hinreichend genau ausführen, und es gab demzufolge die Wägungsreihe I (Ursprüngliche Apparate) so abweichende Zahlen, daß auf sie verzichtet werden mußte. Nach Vornahme der Lösung in Apparat *A*, wo sich jetzt der Inhalt auf beide Schenkel gleich verteilen ließ, war eine gute Zentrierung möglich; ebenso gelang dies auch bei Apparat *B* vor dem Lösungsprozeß. Immerhin mußten die Wägungen mit vierfacher Aufsetzung der Belastungen (*a* anfängliche Lage, *b* um 180° gedreht) vorgenommen werden.

II. Nach Vornahme der Lösung in Apparat *A*.

Wägung Nr.		1	2	3
Wägungstage 1902		3., 4. Juli	6., 7. Juli	8., 9. Juli
Stellung der App. *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*
a	*a*	4.006 mg	4.002 mg	4.008 mg
g	*a*	3.994	4.006	4.018
g	*g*	4.009	4.033	4.021
a	*g*	4.004	4.031	4.028
	Mittel:	4.003 mg	4.018 mg	4.019 mg

Mittel: 4.013 mg ± 0.005

III. Nach Vornahme der Lösung in Apparat *B*.

Wägung Nr.	1	2	3
Wägungstage 1902	14., 15. Juli	16., 17. Juli	19., 20. Juli
Stellung der App. *A* *B*	Gewichtsdifferenz *A–B*	Gewichtsdifferenz *A–B*	Gewichtsdifferenz *A–B*
a *a*	3.974 mg	3.981 mg	3.996 mg
g *a*	3.962	3.978	3.981
g *g*	4.003	4.015	3.990
a *g*	4.016	4.032	4.021
Mittel:	3.989 mg	4.002 mg	3.997 mg

Mittel: 3.996 mg ± 0.004

Resultat:

		Gewichtsdiff. *A–B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1. App. *B*	II	4.013 mg ± 0.005	**+0.017** mg ± 0.006
	III	3.996 ± 0.004	

Versuche Nr. 2 und 3 (August 1902, Oktober 1902).

Gefäße: Oförmig mit Vakuummantel (Kap. III, A 2) Jenaer Glas.

Beschickung:

		App. *A*	App. *B*
In den innern zylindrischen Raum:	Salmiak	23.80 g	23.56 g
In den ringförmigen Zwischenraum:	Wasser	132.30 g	131.90 g

Die Salzmenge löste sich in dem vorhandenen Wasser vollständig auf. Die entstandene Lösung enthielt 15.25 Prozent Salmiak. — Das Wasser war mit einer Schicht Paraffinöl überdeckt worden.

Zur Ausgleichung der Apparate mußte wegen ihres bedeutenden Gewichtsunterschiedes dem leichteren (*A*) größere Metallmengen angehängt werden, wozu ein vorhandenes Goldblech sowie Platindraht diente.

		Gewicht	Volum bei 21.45°
App. *A*	Gefäß + Füllung	387.608 g	605.74 ccm
	Goldblech ($d = 19.33$)	27.529	1.42
	Platindraht ($d = 21.49$)	20.788	0.97
		435.925 g	608.13 ccm

		Gewicht	Volum bei 21.45°
App. *B*	Gefäß + Füllung	428.308 g	597.61 ccm
	3 Glashohlkörper	6.660	10.55
	Platindraht	0.952	0.04
		435.920 g	608.20 ccm
	Differenz $A-B$:	etwa 5 mg	0.07 ccm

Wägungen. Die Gefäße ließen sich wegen ihrer symmetrischen Form gut zentrieren, und demzufolge waren verschiedene Stellungen derselben auf den Wageschalen nicht nötig.

Lösungsprozeß in Apparat *A*.

I. Vor dem Lösen		IIa. Nach dem Lösen	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz $A-B$	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz $A-B$
30. Juli M	5.174 mg	5. August M	5.188 mg
31. » M	5.170	5. » A	5.183
1. Aug. A	5.166	6. » M	5.172
Mittel:	5.170 mg	7. » M	5.181
Mittlerer Fehler:	± 0.002	8. » M	5.167
Max. Wägungsdiff.:	0.008	Mittel:	5.178 mg
		Mittlerer Fehler:	± 0.004
		Max. Wägungsdiff.:	0.021

Nach Beendigung dieses Versuchs blieben die Apparate während zweier Monate unter einer Glasglocke stehen. Als Anfang Oktober mit den Wägungen wieder begonnen wurde, zeigte sich die Gewichtsdifferenz $A-B$ gegen früher um etwa 0.04 mg erhöht, wohl infolge davon, daß die Oberfläche des Glases oder das Metallstativ eine kleine Änderung erlitten hatte. Es mußte deshalb die Wägungsreihe II wiederholt werden.

Lösungsprozeß in Apparat *B*.

IIb. Vor dem Lösen		III. Nach dem Lösen	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz $A-B$	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz $A-B$
2. Okt. M	5.230 mg	8. Okt. M	5.203 mg
3. » M	5.216	9. » M	5.223
4. » M	5.206	9. » A	5.210
4. » A	5.220	10. » M	5.207
Mittel:	5.218 mg	Mittel:	5.211 mg
Mittlerer Fehler:	± 0.005	Mittlerer Fehler:	± 0.004
Max. Wägungsdiff.:	0.014	Max. Wägungsdiff.:	0.020

Resultat:

			Gewichtsdiff. $A-B$	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 2.	App. A	I	5.170 mg ± 0.002	**+0.008** mg ± 0.004
		IIa	5.178 ± 0.004	
Versuch Nr. 3.	App. B	IIb	5.218 mg ± 0.005	**+0.007** mg ± 0.006
		III	5.211 ± 0.004	

Versuche Nr. 4 und 5 (November 1902).

Gefäße: Kleine ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 37.5 g Salmiak + 115.9 g Quecksilber (zur Äquilibrierung),

b) 156.0 g Wasser + 3.4 g Paraffinöl.

Es bildeten sich 187.5 g Lösung, enthaltend 20.0 Prozent Salmiak.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 13.89°
App. A	Gefäß + Füllung	360.836 g	403.170 ccm
	Platindraht	0.222	0.010
		361.058 g	403.180 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	357.616 g	399.304 ccm
	Glashohlkörper	3.021	3.820
	Platindraht	0.416	0.019
		361.053 g	403.143 ccm
	Differenz $A-B$:	etwa 5 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 405.06 g.

Wägungen. Dieselben sind in zwei Stellungen der Apparate auf den Schalen vorgenommen worden, da keine ganz genaue Zentrierung erreicht worden war.

I. Apparate in anfänglichem Zustande.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel
12. November M	a	a	5.498 mg	5.484 mg
13. " M	g	a	5.471	
14. " M	a	a	5.512	5.504
14. " A	g	a	5.495	
			Mittel:	5.494 mg
			Fehler:	±0.010

IIa. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *A*.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A*—*B*	Mittel
18. November M	*a*	*a*	5.464 mg	5.474 mg
18. " A	*g*	*a*	5.484	
22. " M	*a*	*a*	5.461	5.466
23. " M	*g*	*a*	5.471	
			Mittel:	5.470 mg
			Fehler:	±0.004

Da nach beendigten Wägungen auf dem vergoldeten Messingstativ des Apparates *A* ein kleiner, schwarzer Fleck bemerkt wurde, welcher möglicherweise durch Oxydation sich vergrößern und dadurch eine Gewichtsstörung hervorrufen konnte, so setzte man die Apparate in ein anderes Paar von Stativen. Dadurch wurde eine Neubestimmung der Differenz *A*—*B* nötig.

IIb. Vor dem Lösungsprozeß in Apparat *B*.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A*—*B*	Mittel
25. November A	*a*	*a*	6.184 mg	6.139 mg
26. " M	*a*	*g*	6.094	
27. " M	*a*	*a*	6.183	6.137
27. " A	*a*	*g*	6.091	
			Mittel:	6.138 mg
			Fehler:	±0.001

III. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *B*.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A*—*B*	Mittel
30. November M	*a*	*a*	6.199 mg	6.146 mg
30. " A	*a*	*g*	6.093	
2. Dezember M	*a*	*a*	6.177	6.134
3. " M	*a*	*g*	6.091	
			Mittel:	6.140 mg
			Fehler:	±0.006

Resultat:

			Gewichtsdiff. $A-B$	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 4.	App. A	I	5.494 mg ± 0.010	**— 0.024** mg ± 0.011
		IIa	5.470 ± 0.004	
Versuch Nr. 5.	App. B	IIb	6.138 mg ± 0.001	**— 0.002** mg ± 0.006
		III	6.140 ± 0.006	

Doppelversuch Nr. 6 und 7
(Oktober, November 1903)[1].

Gefäße: ∩-Röhren aus Quarzglas von Heraeus, Hanau (Kap. III, A 2), mit weiter Einfüllöffnung am oberen Bogen. Dieselbe wurde nach der Beschickung des Gefäßes mit einer Korkscheibe geschlossen und darauf eine geschmolzene Mischung von 2 Teilen Kolophonium und 1 Teil Wachs gegossen.

Beschickung der Schenkel:

a) 60 g Salmiak + 122 g Granatkörner,

b) 160 g Wasser + 2 g Paraffinöl.

Beim Mischen entstanden 220 g Salmiaklösung, enthaltend 27.27 Prozent Salz.

Ausgleichung der Apparate:		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	375.379 g	386.617 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	373.954 g	386.317 ccm
	Glaskörper + Füllung	0.680	0.253
	Platindraht	0.741	0.034
		375.375 g	386.604 ccm
	Differenz $A-B$	etwa 4 mg	0.013 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Platinstativ 82.93 g) etwa 458.3 g.

Wägungen: Wegen der nicht ganz günstigen Zentrierung der Apparate auf den Stativen wurden stets Wägungen in zwei Stellungen ausgeführt.

[1] In der in Abhandlung II (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1906, S. 293) vorkommenden Tabelle ist statt der Versuchszeit Oktober, November 1903 irrtümlich Juni, Juli 1903 angegeben. Das nämliche Versehen findet sich in der Schrift »Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen«, welche in den Abhandlungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft, Heft 1, 1909, erschienen ist, und zwar S. 28, Tab. 5.

I. Anfänglicher Zustand der Apparate.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz A—B	Mittel
25. Okt. M	a	a	3.896 mg	3.913 mg
25. „ A	g	a	3.929	
27. „ M	a	a	3.882	3.906
27. „ A	g	a	3.930	
30. „ M	a	a	3.880	3.907
30. „ A	g	a	3.934	
			Mittel:	3.909 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.002

II. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *A*.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz A—B	Mittel
8. Nov. M	a	a	3.915 mg	3.883 mg
8. „ A	g	a	3.851	
10. „ M	a	a	3.917	3.909
10. „ A	g	a	3.901	
12. „ M	a	a	3.914	3.904
12. „ A	g	a	3.894	
14. „ M	a	a	3 899	3.906
14. „ A	g	a	3.913	
			Mittel:	3.901 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.006

III. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *B*.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate A	B	Gewichts-differenz A—B	Mittel
18. Nov. M	a	a	3.892 mg	3.877 mg
18. „ A	a	g	3.862	
20. „ M	a	a	3.882	3.875
20. „ A	a	g	3.868	
23. „ M	a	a	3.877	3.870
24. „ A	a	g	3.863	
25. „ M	a	a	3.896	3.905
25. „ A	a	g	3.914	
			Mittel:	3.882 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.008

Resultat:

			Gewichtsdiff. $A-B$		Gewichts-änderung	
Vers. Nr. 6.	App. A	I	3.909 mg	±0.002	**— 0.008** mg	±0.006
		II	3.901	±0.006		
Vers. Nr. 7.	App. B	III	3.882	±0.008	**+ 0.019**	±0.010

Versuch Nr. 8 (November, Dezember 1903).

Gefäße: ∩-Röhren aus Quarzglas, die nämlichen, welche zu den Versuchen Nr. 6 und 7 gedient hatten.

Beschickung der Schenkel:

a) 51 g Salmiak + 83 g Granaten,

b) 134 g Wasser.

Die entstandenen 185 g Lösung enthielten 27.57 Prozent Salz.

Ausgleichung der Apparate:		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	343.098 g	386.284 ccm
	Platindraht	0.080	0.004
		343.178 g	386.288 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	342.513 g	386.066 ccm
	Quarzstäbchen (d = 2.20)	0.435	0.198
	Platindraht	0.227	0.010
		343.175 g	386.274 ccm
	Differenz $A-B$ etwa	3 mg	0.014 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Platinstativ) etwa 426.1 g.

Wägungen. Bei Ausführung der Wägungsreihe I zeigte sich während 10 Tagen eine fortschreitende Verminderung der Differenz $A-B$, was auf ein Leichterwerden des Apparates A hindeutete, wohl infolge nicht dichten Verschlusses der Einfüllöffnung. Als dieselbe aufs neue mit der Mischung aus Kolophonium und Wachs gedichtet wurde, fand durch einen Unfall Übertritt von Wasser zu dem Salze statt, und infolgedessen mußte der erste Teil des Versuchs aufgegeben werden. Die Ausführung des zweiten Teils nahm man nunmehr rasch mit nur einer Stellung der Apparate vor, um den vielleicht nochmals auftretenden Einfluß nicht dichten Schlusses zu vermindern.

II Nach dem Lösen in App. *A*		III Nach dem Lösen in App. *B*	
Wägungstag 1903	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1903	Gewichts-differenz *A—B*
30. Nov. M	3.256 mg	5. Dez. M	3.293 mg
30. » A	3.247	5. » A	3.285
1. Dez. M	3.271	6. » M	3.296
Mittel:	3.258 mg	Mittel:	3.291 mg
Mittl. Fehler:	±0.007	Mittl. Fehler:	±0.003

Resultat:

		Gewichtsdiff. *A—B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 8. App. *B*	II	3.258 mg ± 0.007	**—0.033** mg ± 0.008
	III	3.291 ± 0.003	

Wegen der geringen Zahl von Wägungen kommt diesem Ergebnis eine geringere Sicherheit zu als den früheren Versuchsresultaten Nr. 1—7.

b. Bromkalium in Wasser.

Versuch Nr. 1 (Februar, März 1902).

Gefäße: ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel.

a) 72.5 g Bromkalium + 81.5 g Iserinkörner als Ballast,

b) 145.0 g Wasser + 9 g Paraffinöl.

Die Salzmenge löste sich vollständig zu 217.5 g Lösung, enthaltend 33.33 Prozent KBr.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 13.25°
App. *A*	Gefäß + Füllung	403.956 g	409.762 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	392.266 g	405.194 ccm
	Glashohlkörper + Füllung	11.570	4.540
	Platindraht	0.115	0.005
		403.951 g	409.739 ccm
	Differenz *A—B*	etwa 5 mg	0.023 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 448 g.

Wägungen. Dieselben wurden in allen vier Stellungen der Apparate auf den Schalen vorgenommen.

I. Anfängliche Apparate.

Wägung Nr.		1	2	3 (neu zentriert)
Wägungstage 1902		27., 28. Februar	1., 2. März	3., 4. März
Lage der App. A	B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B
a	a	5.060 mg	5.108 mg	5.084 mg
g	a	5.095	5.093	5.085
g	g	5.103	5.104	5.065
a	g	5.049	5.060	5.087
		5.077 mg	5.091 mg	5.080 mg

Mittel: 5.083 mg
Mittlerer Fehler: ±0.004

II. Nach erfolgter Auflösung in Apparat *A*.

Wägung Nr.		1	2 (neu zentriert)	3	4	5
Wägungstag 1902		7., 8. März	9., 10. März	13., 14. März	16., 17. März	18., 19. März
Lage der App. A	B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B
a	a	5.070 mg	5.061 mg	5.058 mg	5.063 mg	5.058 mg
g	a	5.045	5.028	5.030	5.058	5.052
g	g	5.070	5.046	5.034	5.029	5.026
a	g	5.047	5.034	5.035	5.028	5.033
		5.058 mg	5.042 mg	5.039 mg	5.045 mg	5.042 mg

Mittel: 5.045 mg
Mittlerer Fehler: ±0.003

Der Versuch mit Apparat *B* konnte wegen Krankheit nicht ausgeführt werden.

Resultat:

		Gewichtsdiff. A—B	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 1. App. *A*	I	5.083 mg ± 0.004	**—0.038** mg ± 0.005
	II	5.045 ± 0.003	

C. Uranylnitrat $UO_2(NO_3)_2 + 6$ aq und Wasser.

Doppelversuch Nr. 1 u. 2 (Juni, Juli 1905).

Gefäße: ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 136 g kristallisiertes Salz = 106.75 g wasserfreies,

b) 136 g Wasser.

Die Salzmenge löste sich vollständig. Die Lösung enthielt 39.25 Prozent $UO_2(NO_3)_2$.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	364.155 g	405.705 ccm
	Platindraht	0.240	0.011
		364.395 g	405.716 ccm
App. *B*	Gefäß + Füllung	361.338 g	403.008 ccm
	Glashohlkörper	2.820	2.660
	Platindraht	0.234	0.011
		364.392 g	405.679 ccm
	Differenz *A*—*B*:	etwa 3 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 408 g.

Wägungen. Dieselben wurden teils mit 2, teils 4 Stellungen der Apparate auf den Wageschalen vorgenommen.

I. Anfängliche Apparate.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel
29. Juni M	*a*	*a*	2.370 mg	2.385 mg
29. " A	*g*	*a*	2.400	
30. " M	*a*	*a*	2.366	2.386
30. " A	*g*	*a*	2.406	
5. " M	*a*	*a*	2.374	2.384
5. " A	*g*	*a*	2.394	
			Mittel:	2.385 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.001

II. Nach dem Lösen in Apparat *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichtsdifferenz *A*—*B*	Mittel
19. Juli M	*a*	*a*	2.384 mg	2.394 mg ± 0.005
19. " A	*g*	*a*	2.394	
20. " M	*g*	*g*	2.407	
20. " A	*a*	*g*	2.391	

III. Nach dem Lösen in Apparat *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz *A—B*	Mittel
25. Juli M	*a*	*a*	2.401 mg	
26. » M	*g*	*a*	2.404	2.408 mg
27. » M	*g*	*g*	2.424	
28. » M	*a*	*g*	2.402	
31. » M	*a*	*a*	2.380	
31. » A	*g*	*a*	2.390	2.399
1. Aug. A	*g*	*g*	2.427	
2. » A	*a*	*g*	2.400	
			Mittel:	2.404 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.004

Resultat.

			Gewichtsdiff. *A—B*	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 1.	App. *A*	I	2.385 mg ± 0.001	**+ 0.009** mg ± 0.005
		II	2.394 ± 0.005	
Versuch Nr. 2.	App. *B*	III	2.404 ± 0.004	**— 0.010** ± 0.006

Versuch Nr. 3 (Juli 1905).

Gefäße: ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas. Es wurden die zu den vorhergehenden Versuchen benutzten Gefäße gebraucht, nachdem an denselben neue Einfüllröhren angeschmolzen worden waren.

Beschickung der Schenkel wie bei Versuch 1 und 2.

a) 136 g $UO_2(NO_3)_2 + 6$ aq = 106.75 g wasserfreies Salz,
b) 136 g Wasser.

Die entstandene Lösung enthielt 39.25 Prozent $UO_2(NO_3)_2$.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *A*	Gefäß + Füllung	364.534 g	409.786 ccm
	Platindraht, dicker	2.260	0.105
	» dünner	0.344	0.016
		367.138 g	409.907 ccm

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. *B*	Gefäß + Füllung	363.277 g	404.153 ccm
	Glashohlkörper, längerer	1.959	3.200
	» kürzerer	1.375	2.420
	Glasstäbchen	0.190	0.100
	Platindraht	0.333	0.015
		367.134 g	409.888 ccm
	Differenz $A—B$:	etwa 4 mg	0.019 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) etwa 411 g.

Wägungen. Die erste Versuchshälfte mußte gestrichen werden, weil bei der Wägungsreihe I infolge ungenügender Zentrierung der Apparate außergewöhnlich große Abweichungen vorkamen. Auch bei den Reihen II und III sind die Differenzen zwischen den einzelnen Mittelwerten erheblicher, als es bei den zu Versuch Nr. 1 und 2 gehörigen Wägungen vorkam.

II. Nach dem Lösen in Apparat *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel
17. Juli M	*a*	*a*	3.887 mg	3.887 mg
17. » A	*g*	*a*	3.878	
18. » M	*g*	*g*	3.883	
18. » A	*a*	*g*	3.900	
19. » M	*a*	*a*	3.916	3.919
19. » A	*g*	*a*	3.938	
20. » M	*g*	*g*	3.902	
20. » A	*a*	*g*	3.918	
			Mittel:	3.903 mg
			Mittlerer Fehler:	±0.016

III. Nach dem Lösen in Apparat *B*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate *A*	*B*	Gewichts-differenz $A-B$	Mittel
24. Juli M	*a*	*a*	3.891 mg	3.897 mg
24. » A	*g*	*a*	3.869	
25. » M	*g*	*g*	3.897	
25. » A	*a*	*g*	3.934	
28. » M	*a*	*a*	3.887	3.917
29. » M	*g*	*a*	3.905	
29. » A	*g*	*g*	3.940	
30. » M	*a*	*g*	3.937	
			Mittel:	3.907 mg
			Mittlerer Fehler:	±0.010

Resultat:

		Gewichtsdiff. A—B	Gewichts-änderung
Versuch Nr. 3.	App. B { II	3.903 mg ± 0.016	**— 0.004** mg ± 0.019
	III	3.907 ± 0.010	

d) Wäßrige Kupfervitriollösung und Alkohol.
Ausfällung des Salzes.

Im Anschluß an die vorhergehenden Lösungsversuche wurde noch der umgekehrte Fall geprüft, wo ein Salz aus dem gelösten Zustande in den festen übergeht, also die Ionen desselben verschwinden. Dies geschah durch Ausfällung von Kupfervitriol aus seiner gesättigten wäßrigen Lösung durch Alkohol.

Versuch Nr. 1 und 2
(Januar, Februar 1902).

Gefäße: ∩-Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 107.8 g Kupfersulfatlösung, enthaltend 25.0 g $CuSO_4 + 5$ aq, überschichtet mit 8.7 g Paraffinöl zur Verhinderung der Verdunstung;

b) 116.5 g absoluten Alkohol.

Wie ein besonderer Versuch ergab, werden beim Mischen dieser Flüssigkeitsmengen 24.75 g $CuSO_4 + 5$ aq kristallinisch ausgefällt.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 12.8°
App. A	Gefäß + Füllung	340.067 g	416.148 ccm
	dicker Platindraht	3.920	0.182
	feiner »	0.101	0.005
		344.088 g	416.335 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	339.460 g	408.279 ccm
	Glashohlkörper	4.526	8.040
	feiner Platindraht	0.098	0.005
		344.084 g	416.324 ccm
	Differenz A—B:	etwa 4 mg	0.011 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) etwa 388 g.

Wägungen. Dieselben sind mit immer gleicher Stellung der Apparate ausgeführt worden.

I Anfänglich		II Nach der Ausfällung in Apparat *A*		III Nach der Ausfällung in Apparat *B*	
Wägungstag 1902	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1902	Gewichts-differenz *A—B*	Wägungstag 1902	Gewichts-differenz *A—B*
23. Januar M	3.265 mg	28. Januar M	3.255 mg	4. Februar M	3.225 mg
23. » A	3.260	29. » M	3.239	5. » M	3.235
24. » M	3.253	30. » M	3.227	7. » M	3.213
24. » A	3.251	31. » M	3.241	8. » M	3.223
Mittel:	3.257 mg	Mittel:	3.240 mg	Mittel:	3.224 mg
Mittlerer Fehler:	±0.003	Mittlerer Fehler:	±0.006	Mittlerer Fehler:	±0.005

Resultat:

			Gewichtsdiff. *A—B*		Gewichts-änderung	
Versuch Nr. 1.	App. *A*	I	3.257 mg	±0.003	**—0.017** mg	±0.007
		II	3.240	±0.006		
Versuch Nr. 2.	App. *B*	III	3.224	±0.005	**+0.016**	±0.008

Fragliche Korrektion der Lösungsversuche.

Da der Lösungsprozeß der Salze von Temperaturerniedrigung begleitet ist, so wird erstens eine Volumverminderung des Glasgefäßes eintreten und zweitens die Wasserhaut auf der Außenfläche des letzteren sich verstärken. Beide Vorgänge bewirken eine Gewichtszunahme.

Zur Prüfung dieser Verhältnisse sind bei den Versuchen mit Salmiak mehrmals Wägungen bald nach Vornahme der Lösung und sodann an den folgenden Tagen vorgenommen worden. Es zeigte sich, daß anfangs meist eine Gewichtszunahme des behandelten Apparates bis zum Betrage von 0.3 mg bemerkbar war, welche ohne Zweifel von der Vermehrung der Wasserhaut herrührte. Nach 2 bis 3 Tagen war diese Wirkung zurückgegangen, und wenn man die Wägungsreihen erst nach dem 4. Tage begann, wie dies nach den vorstehend angeführten Beobachtungstabellen stets der Fall war, so blieb die Gewichtsdifferenz *A—B* nahezu konstant und wich dann wenig von dem Werte ab, welcher vor Ausführung des Lösungsprozesses bestanden hatte. Aus dem letzteren Verhalten ging zugleich hervor, daß ein in Betracht kommender Einfluß der Volumverminderung der Apparate nicht auftrat. Die Temperaturabnahme während des Lösens der Salze war übrigens immer sehr gering, da der Vorgang stets in der

Weise vollzogen wurde, daß man das Gefäß horizontal legte und dann während 48 Stunden der Ruhe überließ. Bei besonderen Prüfungen mit den angewandten Salzen konnte dabei nur ein Sinken des Thermometers um 2°, höchstens 5° beobachtet werden.

Diesen Verhältnissen zufolge können die vorstehend angeführten Lösungsergebnisse direkt in die Kap. V gegebene Schlußtabelle aller Beobachtungen aufgenommen werden. Da die mit Chlorammonium, Bromkalium und Uranylnitrat erhaltenen 12 Gewichtsänderungen teils positiv, teils negativ waren und nur zweimal den maximalen Versuchsfehler von ± 0.03 mg (Kap. III, D), und zwar nur in geringem Grade überschritten, so läßt es sich als erwiesen ansehen, daß der Lösungsvorgang der Salze ohne Gewichtsänderung verläuft. Dasselbe ist der Fall beim Übergang eines Salzes (Kupfervitriol) aus dem dissoziierten Zustand in den molekularen.

Kapitel V.

Endresultate.

In der nachfolgenden Tabelle sind die sämtlichen Resultate der II. und III. Versuchsperiode zusammengestellt[1]. Kol. IV enthält die direkten Beobachtungen, und von diesen ist eine Anzahl (22), nämlich diejenigen, bei welchen die Reaktion unter stärkerer Wärmeentwicklung verlief, den in Kap. III C, 1 b erörterten Korrektionen unterworfen worden. Die berichtigten Zahlen befinden sich in Kol. IV.

	I	II	III	IV
Nr.	Art der Reaktion	Jahr der Ausführung	Gewichtsänderung direkt beobachtet	Gewichtsänderung mit Korrektion
1	Silbersulfat und Ferrosulfat	1903	−0.035 mg	**−0.025** mg
2		1905	−0.042	**−0.032**
3		1905	−0.029	**−0.019**
4		1907	+0.003	**+0.003**
5		1907	−0.008	**−0.008**
6	Silbernitrat und Ferrosulfat	1902	+0.003 mg	**+0.003** mg
7		1902	−0.003	**−0.003**
8	Goldchlorid und $FeCl_2$	1903	−0.009 mg	**−0.009** mg
9	Eisen und Kupfersulfat	1902	−0.004 mg	**+0.006** mg
10		1902	−0.022	**−0.012**
11		1904	−0.024	**+0.001**
12		1904	−0.028	**−0.003**
13	Jodsäure und Jodwasserstoff	1904	−0.004 mg	**+0.021** mg
14		1904	−0.019	**+0.006**
15		1904	−0.033	**−0.008**
16		1905	−0.053	**−0.028**
17	Jod und Natriumsulfit	1890	−0.031 mg	**−0.021** mg
18		1891	+0.002	**+0.012**
19		1901	−0.021	**−0.011**
20		1902	−0.034	**−0.024**

[1] Von den Beobachtungen der I. Versuchsperiode konnten nur die auf Chloralhydrat bezüglichen (Nr. 23, 24, 46) aufgenommen werden, da diese Reaktionen ohne Wärmeentwicklung verliefen.

	I	II	III	IV
Nr.	Art der Reaktion	Jahr der Aus-führung	Gewichtsänderung direkt beobachtet	Gewichtsänderung mit Korrektion
21	Uranylnitrat	1905	+0.006 mg	**+0.006** mg
22	und Kaliumhydroxyd	1905	+0.002	**+0.002**
23	Chloralhydrat	1891	+0.012 mg	**+0.012** mg
24	und Kaliumhydroxyd	1891	+0.007	**+0.007**
25		1906	−0.014 mg	**+0.004** mg
26		1906	−0.010	**+0.008**
27		1906	−0.026	**−0.008**
28	Elektrolyse	1906	−0.006	**+0.012**
29	von	1906	−0.004	**+0.014**
30	Kadmiumjodid	1907	−0.004	**+0.014**
31		1907	−0.040	**−0.022**
32		1907	−0.009	**+0.009**
33		1907	−0.019	**−0.001**
	Lösungsvorgänge			
34	Chlorammonium. Wasser	1902	−0.024 mg	**−0.024** mg
35	" "	1902	−0.002	**−0.002**
36	" "	1902	+0.008	**+0.008**
37	" "	1902	+0.005	**+0.005**
38	" "	1902	+0.017	**+0.017**
39	" "	1903	−0.008	**−0.008**
40	" "	1903	+0.019	**+0.019**
41	" "	1903	−0.033	**−0.033**
42	Bromkalium. Wasser	1902	−0.038	**−0.038**
43	Uranylhydrat. Wasser	1905	+0.009	**+0.009**
44	" "	1905	−0.010	**−0.010**
45	" "	1905	−0.004	**−0.004**
46	Chloralhydrat. Wasser	1891	−0.003	**−0.003**
47	Kupfersulfatlösung	1902	−0.017	**−0.017**
48	und Alkohol	1902	+0.016	**+0.016**

Aus der Tabelle läßt sich folgendes entnehmen:

Betrachtet man zunächst die in Kol. IV verzeichneten Gewichtsänderungen, welche das Endresultat der Versuche darstellen, so zeigt sich erstens, daß die Vorzeichen derselben in fast gleicher Zahl verteilt sind, und zwar bei jeder der einzelnen Reaktionen. Insgesamt haben von den 48 Beobachtungen 23 Zunahme und 25 Abnahme des Gewichts ergeben. Zweitens liegen fast alle Zahlen unterhalb des in § 18 festgestellten maximalen Versuchsfehlers von ±0.030 mg, sie überschreiten denselben nur in wenigen Fällen (Nr. 2, 41, 42) um sehr geringe Beträge (0.002 bis 0.008 mg).

Diese beiden Erscheinungen sind nun genau diejenigen, welche auftreten, wenn man die Versuche mit nichtreaktionsfähigen Substanzen ausführt, wie dies die in Kap. III, D beschriebenen Beobachtungen gezeigt haben. Hieraus folgt also völlige Nichtänderung des Gewichts.

Zu dem gleichen Ergebnis führen aber auch die in Kol. III enthaltenen direkten Beobachtungszahlen. Dieselben liegen wiederum größtenteils unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von ± 0.030 mg; sie überragen ihn in 8 Fällen, aber nur viermal (Nr. 2, 16, 31, 42) mit etwas höheren Beträgen. Die Erscheinung, daß die aufgetretenen Gewichtsänderungen ganz überwiegend aus Abnahmen bestehen, besonders bei den unter Wärmeentwicklung verbundenen Reaktionen, dürfte sich nach den in Kap. III, C 1 b gegebenen Erörterungen durch die Ausdehnung der Glasgefäße erklären.

Das Schlußresultat der ganzen Arbeit ist demnach, daß bei allen vorgenommenen 15 chemischen Umsetzungen eine Änderung des Gesamtgewichts der Körper sich nicht hat feststellen lassen.

Damit liegt wieder dasselbe Ergebnis vor, welches schon am Schlusse der I. Versuchsperiode aufgetreten war und zu dem auch die zwar nur wenige Reaktionen umfassenden Beobachtungen von Kreichgauer, Sanford und Ray sowie Lo Surdo geführt hatten. Da keine Aussicht vorhanden sein dürfte, die Genauigkeit der Versuche noch weiter zu steigern, als es bis dahin möglich war, so kann jetzt wohl die Frage über die Änderung des Gesamtgewichts chemisch sich umsetzender Körper und damit überhaupt die experimentelle Prüfung des Gesetzes der Erhaltung der Masse als erledigt gelten. Sollten wirklich Abweichungen bestehen, so liegen dieselben jedenfalls unterhalb der Hundertstel und Tausendstel Milligramme. Bei einer noch viel kleineren Größenordnung (Milliontel Milligramme) würden sie in den Kreis der Betrachtungen fallen, welche M. Planck in seiner Abhandlung[1] »Zur Dynamik bewegter Systeme« angestellt hat. Sie entziehen sich dann aber der experimentellen Prüfung.

Der von mir und den anderen Beobachtern erbrachte Nachweis der Gewichtskonstanz ist von Bedeutung für die Entscheidung der Frage, ob die Atomgewichte der chemischen Elemente völlig unveränderliche Größen

[1] Annalen der Physik [4] **26**, 1, (1908).

sind oder nicht. In dieser Hinsicht dürfte nach der jetzigen Sachlage nicht mehr zu befürchten sein, daß bei der Bestimmung des Atomgewichts eines Elements aus verschiedenen Verbindungen desselben stets etwas abweichende Zahlen auftreten werden, wie dies der Fall sein könnte, wenn die Reaktionen von Gewichtsänderungen begleitet wären. Es liegt gegenwärtig wohl kein Grund mehr vor, an der völligen Konstanz der Atomgewichte zu zweifeln.

Wenn auch Untersuchungen der vorliegenden Art viel Mühe erfordern und wenig lohnend erscheinen, so müssen sie doch als notwendig bezeichnet werden. Zur Unterstützung dieser Ansicht lassen sich die folgenden Worte anführen, welche Professor Th. W. Richards in der Eröffnungsrede zu seinen während des Sommersemesters 1907, an der Berliner Universität gehaltenen Vorlesungen ausgesprochen hat[1]. »Die Frage, ob die angeblichen Konstanten der physikalischen Chemie in Wirklichkeit Konstanten sind oder innerhalb kleiner Grenzen schwanken, ist von weitgehendem Interesse und hervorragender Wichtigkeit für die wissenschaftliche Chemie im besonderen sowie für die Naturphilosophie im allgemeinen. Wenn die letztere der beiden Möglichkeiten wahr ist, dann müssen die Umstände, welche jede Änderung begleiten, mit der größten Genauigkeit bestimmt werden, um den Endgrund ihres Auftretens aufzufinden.« Ich glaube, im Sinne dieser Forderung verfahren zu haben und unter den vorgelegenen schwierigen Verhältnissen bis zur Grenze des Erreichbaren gegangen zu sein.

---

[1] Siehe Chemikerzeitung Jahrg. 31, Nr. 36, S. 460 (1907).

Inhaltsübersicht.

ANHANG.

ABHANDLUNGEN NICHT ZUR AKADEMIE GEHÖRIGER GELEHRTER.

Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Von

EDWARD MALONE.

(Aus dem Laboratorium des Hrn. Privatdozenten Dr. L. Jacobsohn.)

Vorgelegt von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 17. März 1910.
Zum Druck verordnet am 14. April 1910, ausgegeben am 30. Juni 1910.

Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung der Arbeiten von L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks und des menschlichen Hirnstamms, die in den Abhandlungen der Berl. Akad. d. Wiss. 1908/09 veröffentlicht sind. Sie stellt sich die Aufgabe, die Zellen des menschlichen Diencephalon zu beschreiben und versucht diese Zellen, soweit dies aus ihrem histologischen Charakter zu erschließen ist, als primäre Kerne zu gruppieren. Die Arbeit ist also nicht ein Versuch, das menschliche Diencephalon auf Grund der Ergebnisse aller Zweige der biologischen Forschung in Kerne zu teilen, sondern sie ist eine rein histologische Arbeit, und infolgedessen werden in dieser Mitteilung nur solche Arbeiten anderer Autoren berücksichtigt, welche Beiträge zur histologischen Struktur des Zwischenhirns darbieten.

In erster Linie werden solche anatomische Arbeiten in Rücksicht gezogen, die sich mit den Verhältnissen beim Menschen beschäftigen. Unter den Arbeiten über das Zwischenhirn der Säugetiere seien hier die ausgezeichneten Arbeiten von Da Fano (4) über den Thalamus des Hundes und von Monakows (13) über den Thalamus des Hundes und der Katze genannt. Über das Zwischenhirn der Maus, des Maulwurfs und des Kaninchens liegen auch eine Reihe wertvoller Mitteilungen vor von Haller (8), Ganser (6), Nißl (16), Münzer und Wiener (15), Bianchi (1)[1], Cajal (2) u. a. Die Verhältnisse beim Hunde und bei der Katze lassen sich in vielen Punkten mit denjenigen beim Menschen vergleichen, während bei der Maus, beim Maulwurf und beim Kaninchen das nur für den Epithalamus und Hypothalamus gilt. Bevor wir die Verhältnisse nicht zwischen

[1] Diesem Autor verdanken wir eine eingehende Beschreibung der Entwicklung des Thalamus beim Kaninchen. Ähnliche Arbeiten bei der Katze und beim Hunde wären sehr wünschenswert.

dem Hundethalamus und dem Kaninchenthalamus verstehen, läßt sich ein Vergleich zwischen dem Kaninchenthalamus und dem menschlichen schwer ermöglichen. Ich möchte nochmal den großen Unterschied zwischen dem Thalamus (im engeren Sinne) beim Menschen und beim Kaninchen betonen.

Wenn wir, dank den oben erwähnten Arbeiten, ein ziemlich gutes Bild vom Zwischenhirn einiger Säugetiere besitzen, so gilt das beim Menschen weniger. Eine Einteilung des menschlichen Diencephalon wurde vorwiegend nach Regionen gemacht, die durch Abtrennung von Fasermassen hervortreten. In neuerer Zeit wurde der Versuch gemacht, eine eingehende Einteilung zu erzielen, indem die Zahl, Richtung und Größe der Fasern in Rücksicht gezogen wurden. Man muß zugeben, daß solche Arbeiten sehr wertvoll sind, und daß ohne solche topographische Kenntnis die Aufgaben der feineren Anatomie, der Physiologie und der Pathologie sehr erschwert oder sogar unmöglich werden. Aber immerhin sollen wir Einteilungen des Diencephalon, die nach rein äußerlich mechanischen Merkmalen erzielt sind, nur für das erste Stadium unserer anatomischen Kenntnisse als ausreichend auffassen, und man ist nicht berechtigt, Felder, die sich nur durch solche rein mechanischen Einflüsse abgrenzen lassen, als Kerne zu bezeichnen. Beim Menschen liegt meines Wissens keine Arbeit vor, die eine Einteilung des ganzen Diencephalon auf Grund von Zellenpräparaten sich zur Aufgabe gemacht hat. Die ausführliche und wertvolle Beschreibung von Monakows (13), die ich in vielen Punkten bestätigen kann, beschäftigt sich hauptsächlich über den Thalamus im engeren Sinne. Andere Autoren haben nur kleinere Abschnitte des Diencephalon beschrieben. Unter diesen Forschern seien hier hervorgehoben von Gudden (7), Forel (5), Meynert (12), Kölliker (10), von Lenhossék (11) und Retzius (17). Die meisten dieser Untersuchungen sind auf Grund der Karminfärbung gemacht, nach welcher das Zellbild nicht so klar hervortritt, wie dies bei der Nißl-Methode geschieht.

Wenn, wie oben gesagt, die Ergebnisse der Faserpräparate vielfach nur eine rein äußerlich topographische Bedeutung besitzen, so trifft dies auch für die Ergebnisse der Zellenpräparate zu, wenn man dieselben nur nach ihrer äußerlichen Anordnung gruppiert; man kann alsdann ein Bild bekommen, das nur das Positiv des Weigert-Palschen Negativs ist. Um die Vorzüge der Zellenmethoden auszunützen, ist es zunächst unbedingt nötig, diejenigen Veränderungen in der Zahl, Größe, Form und Anordnung

der Zellen zu berücksichtigen, welche durch die Einwirkung von äußerlich mechanischen Einflüssen bedingt werden. Dementsprechend darf man niemals eine Gruppe von Zellen als einen Kern absondern, wenn diese Zellen von den benachbarten nur durch solche Eigentümlichkeiten unterschieden werden können, wie sie durch äußerlich mechanische Einflüsse bedingt werden. Zu solchen mechanischen Einflüssen gehören die leichte Isolierung einer Zellgruppe durch Fasermassen; das Zusammengepreßtwerden von Zellen zwischen dichten Faserbündeln, das oft erhebliche Veränderungen in der Zahl, Lage, Größe und Form der Zellen verursachen kann; das Eintreten von Faserbündeln in eine Zellmasse, was die notwendige Folge hat, daß in jener Gegend, wo die Fasern einmünden, die Zellen in kleinen Inseln weiter auseinander als in den übrigen Teilen dieser Zellenmassen liegen und auch in der Regel eine Veränderung in ihrer Form aufweisen. Während dieses eben entwickelte Prinzip auch für das Rückenmark und den Hirnstamm gilt, d. h. für Abschnitte, in welchen die Kerne ihrer hohen Differenzierung entsprechend mehr oder weniger umschrieben sind, für das Studium des Zwischenhirns ist es von noch größerer Wichtigkeit, besonders im Thalamus, da im letzteren scharf umschriebene Kerne nur selten vorkommen. Meine Erfahrung reicht nicht aus, um dieses Prinzip für die Hirnrinde anzuwenden, aber es ist unwahrscheinlich, daß die Rinde eine Ausnahme bildet. Eine Beschreibung der Zellen des Diencephalon, die solchen mechanischen Einwirkungen nicht Rechnung trägt, hat zum größten Teil nur eine äußerlich topographische Bedeutung.

In der vorliegenden Arbeit habe ich den Versuch gemacht, solche Zellareale, in denen sich die Zellen von denjenigen anderer Areale durch ausgesprochene gemeinsame histologische Merkmale klar abgrenzen lassen, als einen primären Kern aufzustellen. Kleine Abweichungen vom gemeinsamen Zellbild habe ich zwar erwähnt, aber ich halte sie bei dem heutigen Zustande unserer histologischen Kenntnis und Technik für nicht ausreichend, um eine noch eingehendere Einteilung zu ermöglichen. Beim Aufstellen der Kerne habe ich mit Rücksicht auf die oben erwähnten mechanischen Einflüsse folgende histologische Merkmale als entscheidend betrachtet: die Form, Größe, das räumliche Verhältnis der Zellen zueinander und vor allem die Struktur. Wie oben gesagt, wurden Veränderungen in den drei ersten Merkmalen sehr oft nur durch mechanische Einwirkungen bedingt; dann haben sie auch nur eine äußerliche Bedeutung; wenn sie dagegen einen

inneren Wert für den Kern besitzen, so sind sie fast immer auch mit einer Strukturveränderung der Zellen verknüpft. Als Ausdruck der Zellenstruktur habe ich die Färbung und Anordnung der chromatophilen Substanz, die allgemeine Schärfe der Umrisse und der inneren Struktur und den Pigmentgehalt der Zellen berücksichtigt. Über die chromatophile Substanz wird bei Besprechung der Schollen enthaltenden Zellen des Hypothalamus die Rede sein; hier sei es nur erwähnt, daß sie ein sehr wertvolles Unterscheidungsmittel darbietet. Die allgemeine Schärfe der Umrisse und der inneren Struktur ist zum Teil wohl vom Fixieren der Zellen abhängig und darf deshalb nur mit Vorsicht verwertet werden; aber es steht doch fest, daß gewisse Zellarten sich schwerer als andere fixieren lassen. Es gibt einige Kerne im Diencephalon, deren Zellen gar kein Pigment enthalten, aber im allgemeinen können die meisten Zellen des Diencephalon mehr oder weniger gelbes Pigment enthalten, obwohl die verschiedenen Typen große Unterschiede im relativen Gehalt und auch im Ton des Pigments aufweisen. Der gesamte Pigmentgehalt der Zellen des menschlichen Diencephalon ist großen Schwankungen ausgesetzt, aber der relative Pigmentgehalt der verschiedenen Zelltypen bleibt konstant. Bei der allgemeinen Durchsicht der Präparate habe ich verhältnismäßig schwache Vergrößerungen (etwa 50 bis 250fache) benutzt; hierbei lassen sich die wesentlichen Unterschiede von den unwesentlichen am sichersten trennen. Die allerfeinste Zellstruktur, wie den Zellnucleus, den Nucleolus, die Kernmembran und die Fibrillen habe ich nicht in Rücksicht gezogen, weil bezüglich der Fibrillen noch weitere generelle Studien notwendig sind, um über ihre Natur, ihren Verlauf und ihre Zusammensetzung sichere Aufschlüsse zu erhalten, und weil wir über die Struktur des Nervenzellkerns und des Kernkörperchens vermittels unserer Methoden noch zu wenig Aufschluß erhalten.

Meine Beobachtungen stützen sich auf sechs Serien des erwachsenen menschlichen Diencephalon. Drei Serien waren durchaus vollständig. Die vierte war vollständig bis auf zwei Stellen, in welchen etwa 1 mm Substanz fehlte. Die fünfte war eine vollständige Serie des basalen Teiles des Diencephalon. Die sechste Serie umfaßte nur die Gegend der Corpora mammillaria und der mittleren Kommissur. Die Durchsicht einer größeren Anzahl von Serien ist durchaus notwendig, damit jeder Punkt klar herauskommen kann, soweit letzteres mit unseren gegenwärtigen anatomischen Methoden zu erzielen ist. Das möglichst frische Gewebe wurde in Alkohol

gehärtet, in Paraffin eingebettet, und die Schnitte mit einprozentiger wässeriger Lösung von Toluidinblau (Grübler) gefärbt.

Die Resultate dieses Studiums sind die folgenden[1]:

A. Metathalamus.

Im Corpus geniculatum laterale sind zwei Kerne zu unterscheiden, Nucl. magnocellularis corporis geniculati lateralis und Nucl. principalis corporis geniculati lateralis. Beide Kerne fangen kaudal gleichzeitig an, und in der kaudalsten Partie bilden sie einige parallel ventrodorsal laufende Schichten; die medialste Schicht gehört zum Nucl. magnocellularis (n. mg. c. g. l.). Weiter oral erscheint der Hilus, und medial vom Hilus liegt der zweite Schenkel des Nucl. magnocellularis. Beide Schenkel konvergieren nach oben und fließen zusammen. Damit hat der Kern die Gestalt eines umgekehrten V oder Y, und zwischen beiden Schenkeln liegt der Hilus (Fig. 1). Der zweite Kern, der Nucl. principalis (n. pr. c. g. l.), ist bedeutend größer. Er umfaßt den ersten Kern dorsal, lateral und teilweise auch medial und erstreckt sich weiter oral als der Nucl. magnocellularis (Fig. 1—3). Die oben beschriebene Lage der beiden Kerne ist vielmals ein wenig modifiziert; z. B. in Fig. 1 ist eine Schicht des Nucl. magnocellularis abgebildet, die ganz medial liegt. Aber im wesentlichen ist der Nucl. magnocellularis in der kaudalen ventromedialen Partie des Corpus geniculatum laterale gelagert. Beide Kerne bestehen aus deutlichen Schichten. Der Nucl. magnocellularis bildet 1—3 Schichten, und jede Schicht besitzt eine Breite von etwa 5 Zellen. Die Schichten des Nucl. principalis sind breiter und laufen nicht so gerade; im oralsten Teile dieses Kernes sind deutliche Schichten nicht zu erkennen (Fig. 2 und 3). Die Zellen des Nucl. magnocellularis (Fig. 14) sind ziemlich groß, etwas abgerundet polygonal und besitzen sehr deutliche, grobe Fortsätze; sie färben sich sehr dunkelblau und enthalten viel schmutziges, gelbes Pigment. Die Zellen des Nucl. principalis (Fig. 13) dagegen sind bedeutend kleiner (etwa die Hälfte so groß), mehr rund oder oval als polygonal, und die Aus-

[1] Um zu vollständig unbeeinflußten Resultaten zu gelangen, habe ich zunächst nur die Bilder aufgezeichnet, die sich bei alleiniger mehrmaliger Durchsicht meiner Schnittserien ergaben (vgl. hierzu die Figuren 1—29). Erst nachher habe ich die Literatur durchgesehen.

läufer sind undeutlich; sie liegen dicht gedrängt. Die Zellen der ventrolateralen Ecke des Nucl. principalis sind etwas kleiner als die übrigen Zellen des Kerns. Meiner Ansicht nach handelt es sich wohl um eine Druckveränderung. Ähnliche Veränderungen kommen im Corpus gen. lat. oft vor, wenn Zellen in den Marklamellen liegen.

Von Monakow (14) S. 92 ff. unterscheidet im Corpus gen. lat. drei Teile: a) Spornteil, b) Hauptteil oder Hilusteil, der in einen medialen und in einen lateralen Schenkel zerfällt, c) Gitteranteil (Traktusanteil). Der Hilusteil erstreckt sich soweit der Hilus vorhanden ist. Der Spornteil stellt eine kaudale Fortsetzung des lateralen Schenkels des Hilusteiles dar, und beide Teile zeigen dieselbe Anordnung von kleinen und großen Zellen. Der Gitteranteil nimmt das vordere Drittel des Corp. gen. lat. ein und unterscheidet sich von den beiden anderen Teilen, indem er nur kleine Zellen besitzt, die dicht gedrängt liegen; keine Schichten sind hier zu sehen, und die Zellen sind durch sagittale Bündel zerklüftet. Auf S. 705 hat von Monakow zwei Schichten »kleinster Elementen« (Sch. kl. El. und Sch. kl. El. v.) abgebildet. Diese Schichten kleinster Zellen sind nach der Figur von den kleinen Zellen (dors. gr. L.) ganz abgetrennt. Solche Schichten habe ich nie beobachtet. Innerhalb der Marklamellen sind die zerstreuten Zellen immer etwas kleiner, aber es läßt sich doch erkennen, daß es sich nur um abgetrennte Zellen handelt. (Solche Zellen sieht man in der Abbildung von Monakow.) Ventral vom Nucl. magnocellularis habe ich nur einzelne zerstreute Zellen gesehen, die sicher zu diesem Kern gehören. Sie sind kleiner als die Mehrzahl der Zellen des Nucl. magnocellularis, aber doch groß und sonst (durch ihren reichen Pigmentgehalt und durch ihre deutlichen, groben Ausläufer) nicht zu verkennen. Kölliker (10) S. 579 ff. war nicht imstande, etwas über die Art und Weise der Verbreitung der Zellen des Corp. gen. lat. beim Menschen mitzuteilen.

Im Corpus geniculatum mediale sind ebenfalls zwei Kerne, und zwar ein Nucl. ventralis (n. v. c. g. med.), der lateroventral seine Lage hat, und zweitens ein Nucl. dorsalis (n. d. c. g. med.), der dorsal und und medial vom vorigen gelagert ist. Beide Kerne erstrecken sich bis zum kaudalen Pol des Corpus gen. med., aber der Nucl. dorsalis erstreckt sich weiter oral, und zwar bis zum Anfang des später zu erwähnenden großzelligen Kerns des Thalamus (Fig. 3). Beide Kerne sind gewöhnlich ziemlich gut zu trennen, aber an gewissen Stellen ist eine scharfe Grenze nicht vorhanden. Der Nucl. ventralis besitzt ziemlich große abgerundet polygonale Zellen, die dicht gedrängt liegen. Die Zellen färben sich schwächer als diejenigen des Nucl. magnocellularis des Corpus gen. lat., enthalten weniger Pigment und besitzen Ausläufer, die nicht so grob und deutlich sind (Fig. 15). Im Nucl. dorsalis liegen die Zellen sehr locker; sie sind polygonal mit schärferen Ecken und färben sich ziemlich schwach (Fig. 16). Sie schwanken sehr in der Größe, aber in der Regel sind sie entschieden kleiner als die Zellen des Nucl. ventralis.

Die beiden Corpora geniculata sind im großen und ganzen gut umschrieben, aber die laterale Fläche des Corp. gen. med. ist nicht immer so scharf umschrieben wie in Fig. 1; besonders oral ist sie unregelmäßig (Fig. 2). Von der medialen Fläche des Corp. gen. lat. sind Inseln vielmals abgespalten. Endlich kann es vorkommen, daß der ventrale Zipfel des Pulvinar durch mediolateral laufende Fasern abgetrennt und weit ventral zwischen die beiden Corpora geniculata gedrängt wird. In diesen abgedrängten Pulvinarteil mischen sich abgetrennte Zellen der beiden Corpora geniculata. Dieses gemischte Zellareal (Fig. 1) ist von einigen Autoren als ein besonderer Kern (hinterer Sehhügelkern) beschrieben. Für dieses Zellareal schlage ich den Namen Area intergeniculata[1] vor.

Beim Kaninchen hat von Gudden (7) und auch Münzer und Wiener (15) zwei Abteilungen des Corp. gen. med. beschrieben. Beim Maulwurf hat Ganser (6) keine Einteilung gemacht. Beim Menschen gibt von Monakow (14) S. 96 an, daß die Zellen des Corp. gen. med. einen ähnlichen Bau und eine ähnliche Anordnung wie etwa im Pulvinar haben, und daß die graue Substanz nur im vorderen Teil durch einstrahlende Bündel medial und vorn zerklüftet ist. Kölliker (10) S. 579 teilt mit, daß beim Menschen das Corpus gen. med. nicht in besondere Abteilungen zerfällt.

B. Epithalamus.

In der Glandula pinealis wurden keine Zellen beobachtet, die man für Nervenzellen halten kann.

Nach der allgemeinen Anschauung besteht das Ganglion habenulae aus zwei Gruppen von Zellen; ich selbst aber betrachte als Kern des Ganglion habenulae nur die Gruppe mittelgroßer Zellen, die lateral von der Taenia thalami liegt und die sich nach kaudal bis zur vorderen Grenze der vorderen Vierhügel hinzieht (ggl. hab.). Das Ganglion habenulae stellt in dieser kaudalen Gegend einen runden Körper dar, der dorsal und lateral vom Stiel der Zirbeldrüse gelagert ist (Fig. 5). Weiter oral (Fig. 7), wo die Taenia thalami schon ausgebildet ist, liegen die Zellen lateral von der Taenia und auch zwischen den Taeniafasern. Allmählich werden die Zellen durch die Taeniafasern ersetzt, und sie liegen immer mehr locker; einzelne Zellen sieht man weit oral. Die Zellen des Ganglion habenulae

[1] Es kann sich für einzelne Gegenden nützlich erweisen, bestimmte kleinere Partien, die nicht einem einzelnen Kern zugehören, sondern mehreren Kernen gemeinsam sind, herauszuheben. In solchen Fällen ist die Bezeichnung Area besser als Nucleus, weil letzterer Ausdruck nur für ein Zellareal von gleich gebauten Zellen gebraucht werden soll.

(Fig. 17) liegen locker, sind dreieckig oder polygonal und haben scharfe Ecken und deutliche Ausläufer. Die Zellen sind von Mittelgröße, färben sich ziemlich blaß und enthalten kein Pigment. Obwohl die äußere Form der Zellen den motorischen ähnlich ist, so macht ihre Struktur eine solche Annahme unmöglich, indem bei mittlerer Vergrößerung (100—250) die Zellen keine Schollen zeigen.

Ventral und medial vom Ganglion habenulae liegt eine Gruppe von sehr gedrängten runden oder stumpf polygonalen, äußerst kleinen Zellen (s. gr. 2 III). Weiter oral sind diese Zellen medial und ventral von der Taenia thalami gelagert und erstrecken sich in dieser Lage weit oral. Diese kleine Zellen bilden den sogenannten medialen Teil des Ganglion habenulae. Dagegen rechne ich sie zur grauen Bodenmasse (s. Abschnitt E).

Ganser (6) S. 677/78 hat beim Maulwurf wahrscheinlich beide Zellgruppen gesehen. Als Ganglion habenulae faßt er nur die mediale Gruppe auf, während er die Zellen, die zwischen den Taeniafasern liegen, ihrer Struktur wegen nicht zum Ganglion habenulae rechnet. Nißl (16) beschreibt beide Gruppen beim Kaninchen, eine laterale mit spärlichen großen Zellen und eine mediale mit äußerst dicht gedrängten Zellen. Da Fano (4) Fig. 8 und 9 und Bianchi (1) Fig. 6a und 6b haben beim Hunde bzw. beim Kaninchen beide Zelltypen abgebildet. Auch beim Kaninchen bildet Cajal (2) Fig. 596 und 598 beide Typen ab. Über das Ganglion habenulae des Menschen sagt Kölliker (10) S. 479, daß eine Zusammensetzung aus zwei deutlich getrennten Kernen nicht wahrzunehmen ist, aber doch auch beim Menschen größere Elemente mehr lateral und in der Tiefe zu liegen scheinen. Beim Menschen hat Forel (5) nur einen Zelltypus beschrieben.

C. Thalamus.

Im Metathalamus sind die Kerne mehr oder weniger scharf umschrieben, entsprechend ihrer verhältnismäßig hohen physiologischen Differenzierung. Im Thalamus und Hypothalamus jedoch hat die Differenzierung einen weniger hohen Grad erreicht; auch wo der Zelltypus eines Kerns wohl charakterisiert ist, gibt es gewöhnlich keine scharfe Grenze, und das Bild wird weiterhin kompliziert durch das Vorkommen von Übergangstypen. Diese Übergangstypen kommen in der Regel an der Grenze zweier Kerne vor; es kann hier unmöglich sein, zu bestimmen, welchem Kern solch eine Zelle angehört, während die von der Grenze mehr entfernten Zellen zweier aneinander stoßender Kerne leicht unterschieden werden können.

Es gibt einen Kern, dessen Zellen fast den ganzen Thalamus durchziehen. In gewissen Gebieten sind diese Zellen ganz allein vorhanden; diese Gebiete sind das Pulvinar, der dorsale Teil des Thalamus, und Teile

des sogenannten medialen Kerns. Die Zellen, die in den eben genannten Gebieten liegen, zusammen mit ähnlichen Zellen, die auch in anderen Teilen des Thalamus zu finden sind, fasse ich ihrer gemeinsamen Struktur wegen als einen gemeinsamen Kern zusammen und bezeichne ihn als Nucl. communis thalami (n. cs. th.) (Fig. 1—12). Aus topographischen Gründen teile ich den Nucl. communis in eine

a) Pars lateralis, die den ganzen lateralen Kern von Burdach einschließt (n. cs. th. lat.),

b) Pars medialis, die dem medialen Kern der Autoren entspricht (n. cs. th. med.),

c) Pars dorsalis, entsprechend dem dorsalen oder vorderen Kern der Autoren (n. cs. th. dors.).

Die Grenze des Nucl. communis zu beschreiben wäre überflüssig und würde nur Unklarheit verursachen. Man soll diesen Kern lieber als den Grundkern des Thalamus betrachten, in welchen die anderen Kerne eingebettet liegen. Durch die anderen Kerne des Thalamus sind die Zellen des Nucl. communis gemischt, und hier kommen oft Übergangstypen vor, was große Schwierigkeit im Unterscheiden der Kerne darbietet. Diese Mischung der Zellen und dieses Vorkommen von Übergangstypen ist nur der Ausdruck eines Entwicklungsprozesses, der nicht sehr weit fortgeschritten ist. Indessen besteht andrerseits der Thalamus nicht aus einem Chaos von polymorphen Zellen, sondern er besteht aus Kernen, die durch ihre verschiedenen Zelltypen sicher zu unterscheiden sind; und diese Kerne bestehen nicht aus wenigen Zellen, die im Nucl. communis zerstreut sind, sondern sie stellen ziemlich große Zellgruppen dar, in welchen die Zellen des Nucl. communis entweder spärlich sind oder ganz fehlen. Wenn man diese Kerne gut studiert hat, sind sie ja mit bloßem Auge vielmals zu unterscheiden. Bei mittlerer Vergrößerung (100—200) sind die Zellen des Nucl. communis zum größten Teil abgerundet polygonal, und sie schwanken sehr in der Größe (Fig. 19). Die chromatophile Substanz der Zellen ist spärlich, aber sie färbt sich ziemlich dunkelblau. Die Zellen enthalten stets eine mäßige Menge gelben Pigments. Wenn im lateralen Teile des Kerns die Zellen in kleinen Gruppen weiter auseinander liegen und vielleicht auch eckiger als im medialen Teile aussehen, so wird dies durch eintretende Faserbündel erzeugt und hat keine weitere Bedeutung. Im vorderen Teile der Pars lateralis werden die Zellen allmählich größer,

mehr spitzig, färben sich dunkler und enthalten mehr Pigment (Fig. 19a). Es nähert sich hier der Zelltypus ein wenig dem Typus des Nucl. magnocellularis thalami (Fig. 20). Dadurch lassen sich hier die Zellen der Pars lateralis von denjenigen der Pars medialis und Pars dorsalis unterscheiden, indem beide letztere Teile Zellen enthalten, die vom gemeinsamen Typus des Nucl. communis nicht abweichen. Da die Veränderung des Zellcharakters nicht groß ist und sich sehr allmählich vollzieht, möchte ich keinen speziellen Kern in dieser Gegend abgrenzen und begnüge mich mit der Mitteilung der Tatsache.

Die äußere Gitterschicht rechne ich zum Nucl. communis. Sie besteht aus Inseln von Zellen, die vom Nucl. communis durch Fasern abgetrennt sind. Für diese Entstehungsart der Gitterschicht sprechen die folgenden Tatsachen:

1. Die Gitterschicht besteht nur aus wenigen Inseln von Zellen, und genau solche Inseln kommen im lateralen Teil des Nucl. communis vor.

2. Sie ist durch die Lamina med. externa nicht scharf abgetrennt, sondern in der Lamina med. liegen gewöhnlich auch solche Zellen; deshalb ist die Gitterschicht immer am deutlichsten mit bloßem Auge zu sehen.

3. Sie kann an einzelnen Stellen ganz fehlen.

4. Die Zellen sind durch ihre Struktur von den Zellen des Nucl. communis nicht zu unterscheiden. Ich gebe freilich zu, daß, wenn Zellen in dichten Fasermassen liegen, ein Urteil über ihre Struktur nicht sehr zuverlässig ist. Aber es steht doch fest, daß die Gitterschicht sich als ein besonderer Kern anatomisch nicht abgrenzen läßt. Ich muß erwähnen, daß hier und da im dorsalen Teile der Gitterschicht kleine Gruppen von Zellen vorkommen, die eine ähnliche Struktur wie die Zellen des Nucl. reuniens (s. weiter unten) zeigen. In gewissen Gebieten erstreckt sich der Nucl. reuniens bis zum dorsolateralen Rande des Thalamus (Fig. 8), und es ist möglich, daß diese kleinen Inseln zum Nucl. reuniens gehören. In den ventralen Teil der Gitterschicht sind einzelne Zellen der Substantia reticularis des Hypothalamus mechanisch hineingetragen. Im kaudalen Teil der Gitterschicht kommen einzelne Zellen vor, die sich latero-ventralwärts fast bis zum Unterhorn erstrecken.

Wegen der weiten Verbreitung des Nucl. communis durch den Thalamus, und wegen des Vorkommens von Übergangszellen zwischen diesem Kern und fast allen anderen Kernen des Thalamus, ist es wahrschein-

lich, daß der Nucl. communis ein großes Zentrum darstellt, in welchem sensible bzw. sensorische Impulse umgeschaltet werden. Daß verschiedene Teile des Kerns verschiedene Verbindungen besitzen, ist für eine solche Funktion unbedingt notwendig und kann gegen die einheitliche primäre Funktion des Kerns keinen Einwand darbieten.

Der Nucl. magnocellularis thalami (n. mg. th.) liegt in der ventralen und ventrolateralen Gegend des Thalamus. Er beginnt am vorderen Ende der Corpora geniculata dorsal vom Nucl. ventralis des Corp. gen. med. (Fig. 3) und erstreckt sich oral bis zum Niveau der mittleren Kommissur. Er schaltet sich ein in den ventrolateralen, hinteren Abschnitt des Nucl. communis. Er hat im wesentlichen die Form eines Magens, dessen Pylorus nach medioventral, dessen Fundus nach dorsal, dessen kleine Kurvatur an das sogenannte Centre médian, dessen große Kurvatur an die ventrolaterale Grenze des Thalamus anstößt. Der Nucl. magnocellularis thalami kann aus topographischen Gründen in eine Pars arcuata geteilt werden, die die ventromediale Spitze bildet, und in eine Pars principalis, die lateral und dorsal liegt. Aus den Figuren 3—10 ist die Lage des Nucl. magnocellularis zu sehen und deshalb werden nur einzelne Punkte über seine Grenzen erwähnt. In Fig. 3 ist er lateral, dorsal und medial vom Nucl. communis begrenzt. In Fig. 4 bildet sein lateraler Rand zum größten Teil die laterale Grenze des Thalamus. In Fig. 5 und 6 ist die Pars arcuata zu sehen, und zwischen ihr und dem Nucl. parvocellularis bleibt ein Zipfel des Nucl. communis; in Fig. 7 ist dieser Zipfel verschwunden. In Fig. 8 ist der Nucl. magnocellularis medial vom Nucl. reuniens begrenzt und lateral von einem Zipfel des Nucl. communis. In Fig. 9 und 10 sieht man den Rest des Kerns in den Nucl. communis eingebettet; die Zellen stellen hier Übergangstypen (zum Nucl. communis) dar, und eine scharfe vordere Grenze des Nucl. magnocellularis ist nicht zu erkennen.

Die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami sind die größten des Thalamus (Fig. 20); sie sind polygonal, und derjenige Teil der Zelle, der nicht mit sattgelbem Pigment gefüllt ist, färbt sich (mit Ausnahme des Zellkerns) homogenblau. Das Pigment stellt eine solide Masse dar, die einen großen Teil der Zelle ausfüllt. Die Zellen liegen ziemlich locker, besonders im ventrolateralen Teile, wo sie kleine Inseln bilden. In diesem ventrolateralen Teile ist der Kern am reinsten; hier kommen die größten Zellen vor und hier ist der Kern fast frei von Zellen des Nucl. communis. In

der Pars arcuata, der ventromedialen Spitze, sind viele Zellen des Nucl. communis und viele Übergangszellen vorhanden; die Zellen liegen dicht zusammen und sind im allgemeinen kleiner. Die Spitze der Pars arcuata hat Beziehungen zum Nucl. communis, Nucl. parvocellularis, Nucl. reuniens und der Substantia reticularis des Hypothalamus (Fig. 5—7), und eine scharfe Grenze ist nicht vorhanden, was auch von Monakow (13) aufgefallen ist; aber es handelt sich nur um wenige Zellen, und im ganzen ist der Nucl. magnocellularis gut umschrieben, und wenn man den Kern gut studiert hat, ist er an Präparaten mit bloßem Auge zu unterscheiden. In einer Serie eines ungefähr acht Monate alten menschlichen Embryo, mit Pal-Weigert gefärbt, in welcher markhaltige Fasern nur mit dem Mikroskop zu sehen sind, war der Nucl. magnocellularis mit bloßem Auge deutlich zu unterscheiden. Vom Nucl. reuniens ist der Nucl. magnocellularis scharf getrennt (Fig. 8) und durch eine Kapsel vom Nucl. parvocellularis (Fig. 6 und 7). Es ist schon erwähnt, daß oral die Zellen des Nucl. magnocellularis den Zellen des Nucl. communis immer ähnlicher werden und endlich nicht zu unterscheiden sind. Das Aufstellen der Pars arcuata als eines besonderen Kernes ist meiner Ansicht nach nicht berechtigt; wenn der Zellcharakter des Nucl. magnocellularis auch im ventromedialen Teil nicht ganz so ausgesprochen ist wie im lateralen Teil, so ist er in der Pars arcuata doch gut zu erkennen und zeigt den allgemeinen Typus des Nucl. magnocellularis.

Der Nucl. magnocellularis thalami entspricht im großen und ganzen der ventralen Kerngruppe von Monakow (13 und 14), nur hat von Monakow als die ventrale Kerngruppe die ventrale Hälfte des lateralen Kerns von Burdach bezeichnet. Die dorsale Grenze dieser Kerngruppe zieht er selbst, wie er freilich zugibt, durch eine imaginäre Linie. Es ist von Monakow (wie mir auch) nicht gelungen, seinen vorderen ventralen Kern vom übrigen Teile des lateralen Kerns histologisch zu unterscheiden. Da Fano (4) hat beim Hunde den ventralen Kern beschrieben und hat einige typische Zellen abgebildet (obwohl beim Hunde die Zellen wahrscheinlich sehr wenig Pigment enthalten). Da Fano meint, daß man höchstens zwei Gruppen unterscheiden kann, eine kleine ventral b, die medial liegt, und eine größere Gruppe, die den Kernen ventral a und c entspricht. Von Monakow hat beim Hunde und Menschen eine Gruppe von Zellen beschrieben, die er als medialis c (magnocellularis) bezeichnet; diese Gruppe soll dorsal und lateral vom vorderen Teil des Centre médian liegen. Es handelt sich wahrscheinlich um Zelleninseln des Nucl. reuniens. Daß ein besonderer Kern in dieser Gegend beim Menschen vorhanden ist, ist meiner Ansicht nach ganz unrichtig. Deshalb wäre der Name med. c (magnocellularis) fallen zu lassen.

Das sogenannte Centre médian besteht aus zwei Arten von Zellen, die voneinander leicht zu unterscheiden sind (Fig. 5—7). Diese Zellen gehören einmal dem Nucl. parvocellularis thalami (n. pv. th.) und

zweitens dem Nucl. reuniens thalami (n. r. th.) an. Die Zellen des Nucl. parvocellularis sind rund oder oval und sind sehr klein, besonders wenn man den großen Pigmentgehalt in Rücksicht zieht (Fig. 22). Zu sehen ist nur ein schwach gefärbter Kern und eine große Masse gelben Pigments. Wenn die Färbung nicht sehr gut gelungen ist, muß man suchen, um diese Zellen überhaupt zu sehen, obwohl die Zellen in großer Zahl vorhanden sind. Also die Zellen sind ebenso charakteristisch wie die großen polygonalen des Nucl. magnocellularis. Dieser Nucl. parvocellularis ist fast frei von Zellen des Nucl. communis, und lateral ist er durch eine Kapsel abgegrenzt; aber im kaudalsten Abschnitt des Kerns strömen seine Zellen über diese Kapseln in den Nucl. communis und den Nucl. magnocellularis hinein (Fig. 5). Unter diesen Zellen, die lateral von der Kapsel liegen, kommen Übergangszellen vor, bei denen es schwer zu entscheiden ist, ob sie zum Nucl. parvocellularis oder zum Nucl. communis gehören. Dagegen ist der Zellcharakter in der Hauptmasse des Kerns gut differenziert, und der Kern frei von Zellen des Nucl. communis. Der Nucl. parvocellularis bildet den Grundteil des Centre médian und wird am medialen Teil von Zellen des Nucl. reuniens überflutet (Fig. 5—7). Das, was die Autoren als Centre médian beschreiben und abbilden, besteht also aus dem Nucl. parvocellularis und einem kleinen Teil des Nucl. reuniens.

Obwohl im allgemeinen Messungen an Präparaten, die in Alkohol gehärtet wurden, nicht vorteilhaft sind, muß ich hier doch versuchen, die genaue Grenze des Nucl. parvocellularis anzugeben. Der Kern fängt ungefähr 0.7 mm rückwärts von der vorderen Grenze der Commissura posterior an. Er bildet hier eine kleine Zellgruppe, die im Niveau des Daches des Aquaeductus sylvii ungefähr 8 mm von der Medianlinie gelagert ist. Der Kern dehnt sich nach oral zu ungefähr 4 mm aus und hört in einem Niveau auf, das kurz hinter dem in Fig. 8 wiedergegebenen Querschnitt liegt. Die am oralsten gelegenen Zellen liegen innerhalb der inneren Gitterschicht (Fig. 7). Sein größter Durchmesser liegt in ventrodorsaler Richtung und beträgt 6.5 mm. Die Literatur über diesen Kern wird erst nach der Beschreibung des Nucl. reuniens erwähnt werden.

Der Nucl. reuniens thalami (n. r. th.) beginnt ungefähr im Niveau des mittleren Abschnittes des Corpus geniculatum mediale, und seine kaudalsten Zellen sind mit Zellen des Nucl. dorsalis des Corp. gen. med. gemischt (Fig. 2); wenn in dieser Gegend Übergangszellen vorkommen und eine

scharfe Trennung unmöglich ist, so ist es doch zu betonen, daß es sich um keine Fortsetzung des Corpus geniculatum mediale, sondern um einen speziellen Kern handelt, und nur an der Grenze ist eine Verwechslung dieser Kerne möglich. Die Lage des Nucl. reuniens an der medialen Grenze des Thalamus ist in Fig. 3—5 zu sehen; er bildet hier eine dunkle Masse, die mit bloßem Auge zu sehen ist. Im Niveau des Ganglion habenulae nimmt der basale Stammteil des Kerns erheblich zu, und dorsal teilt sich der Kern in zwei Schenkel (Fig. 5). Der eine Schenkel liegt in der Lamina medullaris interna und bleibt in dieser Lage, bis der sogenannte mediale Kern verschwindet; in seinem kaudalen Teile liegt dieser Schenkel zwischen der Pars medialis und der Pars lateralis des Nucl. communis, während er in seinem vorderen Teile zwischen der Pars dorsalis und Pars lateralis dieses Kerns liegt. Dieser Schenkel erstreckt sich auch am dorsalen Rand des Thalamus nach innen zu (Fig. 7—9), und kleine Inseln sind auch im dorsolateralen Teile des Thalamus gelagert. Der zweite Schenkel liegt zwischen der Pars medialis des Nucl. communis und dem später zu erwähnenden Nucl. paramedianus thalami und kann an einzelnen Stellen vorübergehend fehlen. Die Zellen des Nucl. reuniens ziehen durch die Commissura media in einer geschlossenen Masse. Daß der Kern sich ventrolateral in den Nucl. parvocellularis ergießt, wurde schon erwähnt; deshalb ist zwischen den beiden Kernen eine scharfe Grenze nie vorhanden, trotzdem kommen Übergangszellen nicht vor, und die Zellen beider Kerne sind immer zu unterscheiden.

Die Zellen des Nucl. reuniens sind in der Regel entschieden größer als die Mehrzahl derjenigen des Nucl. communis, aber sie schwanken sehr in der Größe (Fig. 21). Die Zellen sind zum größten Teil fusiform, färben sich intensiv blau und enthalten gar kein oder sehr wenig Pigment. Es kommen Übergangszellen zwischen diesen Zellen und denen des Nucl. communis vor, und an einzelnen Stellen sind die beiden Kerne schwer zu trennen. Die bemerkenswerteste Eigentümlichkeit der Zellen des Nucl. reuniens ist die Neigung zur Bildung kompakter Säulen und Inseln von Zellen, die das benachbarte Gewebe durchdringen. Die Zellen ähneln auffallend denen des Edinger-Westphalschen Kerns; daher neige ich zur Annahme, daß der Nucl. reuniens sympathisch ist, obwohl ich dies keineswegs als sicher hinstellen möchte. Daß der Nucl. reuniens einen absolut einheitlichen Kern darstellt, ist unwahrscheinlich, weil der Zellcharakter sich an Stellen

nicht unerheblich ändern kann. Z. B. können die Zellen sich schwächer färben, oder sie bilden kleine Inseln von dreieckigen Zellen. Dagegen ist man berechtigt, alle diese Zellen vorläufig als einen besondern Kern aufzufassen, weil die Zellen sich doch von den andern Zellen des Thalamus durch ihre Struktur unterscheiden lassen.

Von Monakow (13) hat beim Menschen als med. b das Centre médian und Zellen der inneren Gitterschicht zusammengefaßt; daß die Zellen, die in der inneren Gitterschicht liegen, durch die Commissura media ziehen, hat er nicht erwähnt. Bei der Katze hat er eine kleine Gruppe von kleinen Zellen abgebildet (Fig. 5, y). Da Fano (4) hat beim Hunde diese Gruppe beschrieben, die, wie er sagt, unbedeutend ist, und in Fig. 21 hat er 2 Zellen abgebildet. Diese Gruppe y ist sicher mit dem Nucl. parvocellularis beim Menschen homolog. Da Fano bildet eine Gruppe von Zellen in der inneren Gitterschicht ab, die durch die Commissura media verläuft (Zellenstraße), und die wohl als dem Nucl. reuniens homolog zu betrachten ist. Nach Da Fano ist die Gruppe med. b beim Hunde von der Zellenstraße schwer abzutrennen. Sachs (18) hat als Nucl. reuniens graue Substanz beschrieben, die in der Commissura media liegt; diese Substanz hat er beim Menschen und bei fast allen Säugern gesehen. Der Name Nucl. reuniens stammt von Edinger, der jene Zellgruppe so bezeichnet hat, die bei niederen Tieren in der mittleren Kommissur liegt.

Dicht am Rande des dritten Ventrikels oberhalb der mittleren Kommissur liegt eine schmale, senkrecht gelagerte Zellsäule. Die Zellsäulen beider Seiten bilden ein Hufeisen, indem sie sich durch die Commissura media vereinigen. Diesen Kern nenne ich Nucl. paramedianus thalami (n. pmd. th.). Kaudal erstreckt sich der Kern fast bis zum hinteren Ende des dritten Ventrikels, wo sich seine kaudalsten Zellen um die Fissura hypothalamica anhäufen. In dieser Gegend liegen dorsal vom Nucl. paramedianus die dicht gedrängten Zellen der grauen Bodenmasse (s. Abschnitt E), und weiter oral ist der Kern nach dorsal zu von der Taenia Thalami begrenzt. Wie oben erwähnt, liegt die mediale Fläche des Kerns am dritten Ventrikel. Die laterale Fläche ist durch den Nucl. reuniens oder den Nucl. communis begrenzt. Die Zellen des Nucl. paramedianus und die Zellen des Nucl. reuniens greifen mehrfach ineinander, und es kommen Übergangszellen vor. Die Zellen des Nucl. paramedianus erstrecken sich ebenso weit oral wie die Zellen des Nucl. reuniens. In der mittleren Kommissur liegen die Zellen des Nucl. paramedianus zum größten Teil peripheral. Einzelne Zellen sind auch ventral von der mittleren Kommissur gelagert. Die Zellen des Nucl. paramedianus gehören mit zu den kleinsten des Thalamus (Fig. 23); sie sind fusiform, färben sich stark blau und liegen sehr dicht gedrängt. Oft liegen die Zellen in Inseln am Rande des

Ventrikels. Also die Zellen des Nucl. paramedianus unterscheiden sich von denjenigen des Nucl. reuniens, indem sie viel kleiner sind; sonst sind die Zellen beider Kerne sehr ähnlich. Die Vermutung, daß der Nucl. paramedianus sympathisch ist, liegt seiner Zellstruktur wegen nahe. Ob der Nucl. paramedianus identisch dem Kern der Mittellinie von Nißl ist, muß ich dahingestellt sein lassen.

D. Hypothalamus.

Das Corpus subthalamicum (c. sth.) besteht aus Zellen, die nach ihrer Struktur von denen des Nucl. communis thalami nicht sicher zu unterscheiden sind. Die Zellen sind regelmäßig locker gelagert und zeigen in allen Gegenden denselben Charakter. Der ventromediale Pol ist nicht immer von der Substantia reticularis des Hypothalamus scharf abgegrenzt, aber im allgemeinen ist das Corpus subthalamicum viel schärfer als irgendein anderer Kern des Hypothalamus abgegrenzt.

Das Corpus subthalamicum ist von Forel (5) S. 116 ff. beim Menschen ausführlich beschrieben.

Im Corpus mammillare sind drei Zellgruppen zu unterscheiden. Die erste Gruppe stellt das mediale Ganglion dar; die zweite bildet das laterale Ganglion (letzteres erstreckt sich auch in das Infundibulum); die dritte Gruppe liegt teilweise zwischen den beiden letzten und teilweise am lateralen Rande des Körpers.

Das Ganglion mediale (ggl. med. c. mam.) bildet bekanntlich den Hauptteil des Corpus mammillare, und im kaudalsten Teil ist es allein vorhanden. Vom lateralen Ganglion ist das mediale scharf abgegrenzt; oral und dorsal sind die Zellen mit denen der grauen Bodenmasse gemischt. Die Zellen des medialen Ganglion sind regelmäßig gelagert, sie sind ungefähr so groß wie die Zellen des Nucl. communis thalami, und sind zum größten Teil polygonal, aber auch fusiform; sie färben sich in der Regel schwach, und enthalten eine spärliche Menge von diffusem, blaßgelbem Pigment (Fig. 24). Wenn an einigen Stellen die Zellen sich dunkler färben und schärfere Umrisse besitzen, so sind diese Verschiedenheiten zu klein, und die Stellen, in welchen sie sich zeigen, nicht gut genug umschrieben, daß man von besonderen Kernen sprechen darf. Endlich kommt es in einigen Serien vor, daß der laterale Teil des medialen Ganglions

durch eine Fasermasse abgetrennt ist; aber kein Unterschied im Zellbild ist zu beobachten. Solche inkonstanten Inseln sind nicht mit dem Nucl. intercalatus corporis mammillaris (s. weiter unten) zu verwechseln.

Wie oben gesagt, erstreckt sich das laterale Ganglion des Corpus mammillare (n. mam. infd.) kaudal nicht so weit wie das mediale Ganglion. Es bildet einen schmalen Saum, der das mediale Ganglion lateral und ventral sichelförmig umfaßt (Fig. 7 links). Weiter oral zieht sich der mittlere Teil dieses Bogens nach lateral (Fig. 7 rechts und Fig. 8); dadurch besteht das laterale Ganglion aus zwei schrägen Schenkeln, die lateral einen Winkel bilden, und zusammenfließen. Dieser Winkel liegt am weitesten vom medialen Ganglion entfernt, während die freien medialen Zipfel der beiden Schenkel das mediale Ganglion umfassen. In diesem Winkel des lateralen Ganglions, im Raum zwischen dem lateralen und medialen Ganglion liegt die dritte Gruppe des Corpus mammillare (s. weiter unten). Während das laterale Ganglion nach medial, nach lateral und auch nach kaudal gut umschrieben ist, erstrecken sich seine oralen Zellen in dorsaler Richtung weit in das Gebiet des Infundibulum hinein (Fig. 8—10). Sie begleiten einmal die Fornixsäule und den Fasciculus thalamo-mammillaris, liegen aber zerstreut in der Infundibulargegend dorsal bis zur Commissura media. Das laterale Ganglion des Corpus mammillare zusammen mit seiner Fortsetzung in das Infundibulum bezeichne ich als Nucl. mammillo-infundibularis (n. mam. infd.). Die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis sind recht groß, aber etwas kleiner als die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami; sie haben immer einen sehr unscharfen Umriß, und die innere Struktur ist oft sehr verwaschen (Fig. 25). Mit nicht zu starker Vergrößerung (etwa 100—200) sehen die Zellen in der Regel rund oder oval aus. In der ventralen Hälfte des Kerns liegen die Zellen zwischen dichten Faserbündeln und deshalb sind sie gewöhnlich fusiform statt rund. Auch in diesem Teil färben die Zellen sich schwach und zeigen einen sehr unscharfen Umriß, im dorsalen Teile dagegen färben sie sich besser, und der Umriß ist nicht so unscharf. In den Zellen des Kerns ist Pigment selten vorhanden, und dann nur in sehr geringen Mengen. Wahrscheinlich zeigen die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis dieses verwaschene Bild, indem sie sich nur mangelhaft fixieren lassen. Aber sie zeigen immer dieses Bild, obwohl die benachbarten Zellen sich gut färben, und deshalb bin ich überzeugt, daß diese Zellen einen besonderen Typus bilden.

Im Niveau des vorderen Teiles der Commissura media und des Chiasma verschwinden die großen Zellen im lateralen Teil des Infundibulum. Dafür erscheint nun eine ganz auffallende Zellsäule (n. pv. hyp.), die in ventrodorsaler Richtung parallel dem Rande des dritten Ventrikels verläuft (Fig. 11). Diese Zellsäule liegt dicht an der medialen Seite der Fornixsäule. Ihr dorsaler Pol reicht nur bis kurz dorsal vom Bündel der Fornix, während der ventrale Pol fast bis zur Hirnbasis reicht. Nach oral zieht sich diese Säule ungefähr 2.5 mm hin, aber einzelne Zellen sind bis in die Gegend des hinteren Teiles der Commissura anterior zu verfolgen. Die Zellen dieser Säule sind denen des Nucl. mammillo-infundibularis sehr ähnlich, sie liegen aber dicht gedrängt, haben schärfere Umrisse, und färben sich besser. Die Farbe ist mehr violettblau (Fig. 28). Weil diese dicht gedrängten Zellen eine ganz auffallende, gut abgegrenzte Gruppe bilden, und weil sie sicher nicht rein mechanisch abgegrenzt sind, halte ich diese Zellgruppe für einen besonderen Kern. Diesen Kern bezeichne ich als Nucl. paraventricularis hypothalami (n. pv. hyp.).

Im Telencephalon liegt eine zweite, ganz ähnliche Zellsäule mit ähnlichen Zellen (g. o. b.); diese zweite Säule liegt in der Substantia perforata anterior und zieht am laterodorsalen Rande des Tractus opticus entlang (Fig. 10). Der mediale Pol dieser Zellsäule reicht fast bis zum ventralen Pol der oben beschriebenen senkrechten Säule, und weil das Zellbild der beiden Kerne, obwohl charakteristisch, doch nicht zu unterscheiden ist, vermute ich, daß die Trennung eine rein mechanische ist. Die Säule der Substantia perforata anterior nennt Kölliker Ganglion opticum basale (g. o. b.), und davon unterscheidet er ganz richtig drei Nuclei tuberis (n. tb.). Weil die Nuclei tuberis ganz im Telencephalon liegen, will ich sie nicht weiter beschreiben, aber ich möchte erwähnen, daß sie sich sowohl durch eine ganz andere Zellstruktur als durch ihre scharfe Umgrenzung vom sogenannten Ganglion opticum basale leicht unterscheiden lassen (Fig. 9 und 29). Siehe auch weiter unten.

Die dritte Zellgruppe des Corpus mammillare (n. i. c. mam.) liegt im Winkel der beiden Schenkel des lateralen Ganglions zwischen diesem und dem medialen Ganglion (Fig. 7 und 8). Deshalb bezeichne ich sie als Nucl. intercalatus corporis mammillaris (n. i. c. mam.). Dieser Kern fängt ein wenig weiter kaudal als die Fornixsäule an und erstreckt sich etwa 0.7 mm oral; in seinem oralen Teil liegen seine Zellen dem lateralen Rande

der Fornixsäule dicht an. Im Querschnitt ist er oval, und die Längsachse läuft in dorsoventraler Richtung. Aber er kann auch rund sein. Der größte Durchmesser beträgt ungefähr 0.7 mm. Im kaudalsten Teile sind nur der dorsale und ventrale Pol vom lateralen Ganglion umfaßt, während der Rest an der lateralen Fläche entweder ganz frei liegt oder nur von einigen Zellen des lateralen Ganglions begrenzt wird; d. h. kurz kaudal vom Niveau der Fig. 7 liegt der Kern weiter ventral und lateral. Der Nucl. intercalatus ist scharf umgrenzt. Die Zellen des Nucl. intercalatus heben sich schon bei oberflächlicher Betrachtung durch ihre dunklere Färbung von denen des lateralen Ganglions ab. Mit den Zellen des medialen Ganglions sind sie nicht zu verwechseln. Die Zellen sind etwas kleiner als diejenigen des lateralen Ganglions; sie sind in der Regel polygonal und haben schärferen Umriß (Fig. 26). Die innere Struktur ist nicht verwaschen, sondern die chromatophile Substanz ist in deutlichen Schollen geordnet. Die Schollen heben sich schon bei schwächerer Vergrößerung (etwa 100) vom ungefärbten Hintergrunde ab. In einzelnen Zellen sind die Schollen so groß wie diejenigen der Zellen des Trochleariskerns, aber die Schollen sind immer spärlicher. In der Fig. 26 sind die Schollen nicht sehr gut abgebildet. Man soll sich vorstellen, daß bei genauem Einstellen des Mikroskops die Schollen einen scharfen Umriß zeigen. Dasselbe gilt auch für die Schollen einzelner Zellen der Substantia reticularis des Hypothalamus (Fig. 27). In den anderen Zellen des Diencephalon kommen bestimmte Schollen nicht vor, sondern gelegentlich nur formlose Anhäufungen von chromatophiler Substanz. Um die Struktur dieser Zellen gut darzustellen, ist eine gute elektive Färbung nötig. Die Zellen des Nucleus intercalatus corporis mammillaris enthalten nie Pigment. Die Struktur dieser Zellen steht den motorischen sicher recht nahe; sie zeigen nicht das Aussehen peripherisch-motorischer Zellen, sondern gleichen mehr denjenigen Zellen, welche man für Übergangszellen vom sensiblen zum motorischen Typus ansprechen kann. Sicher ist es, daß solche Zellen einen gut charakterisierten Typus bilden, und daß sie nur in bestimmten Stellen zu finden sind; im Diencephalon kommen solche Zellen nur im Hypothalamus vor, und bei wiederholter Durchsicht tausender von Präparaten wurde keine einzige solche Zelle im Thalamus, Epi- oder Metathalamus gesehen. Daß die motorischen Zellen sich von den sensiblen durch ihre innere Struktur leicht unterscheiden lassen, ist durch die Untersuchungen Jacobsohns (9) fest-

gestellt. Nach diesem Autor zeigen die Zellen der übergeordneten motorischen Neurone eine ähnliche Struktur, nur sind die Nißlschen Schollen nicht so groß. Weiter konnte Jacobsohn einen allmählichen Übergang von den sensiblen zu den motorischen Zellen erkennen, der sich durch eine charakteristische Strukturveränderung ausdrückt. Er sagt: »Allgemein läßt sich aus der Struktur des Zellprotoplasmas das Grundgesetz ableiten, daß, je mehr sich der Nervenstrom von der sensiblen Anfangsstation des Zentralnervensystems der motorischen Endstation desselben nähert, um so mehr sich die Struktur des Protoplasmas der zu passierenden Nervenzellen aus einer feinkörnigen in eine grobschollige verwandelt.« Daß dieses Gesetz für das Diencephalon gilt, folgt aus den Ergebnissen meiner Untersuchung. Die Tatsache, daß im Thalamus, Epi- und Metathalamus keine einzige grobschollige Zelle gesehen wurde, halte ich für sehr bedeutungsvoll, da gerade diese Abschnitte des Zwischenhirns bekanntlich sensible bzw. sensorische Zentren darstellen.

Im Corpus mammillare hat von Gudden zuerst beim Kaninchen, beim Hunde, bei der Katze, beim Affen und beim Menschen ein mediales und ein laterales Ganglion beschrieben (7, S. 175). Nach diesem Autor enthält das mediale Ganglion kleinere Zellen als das laterale. In einer späteren Mitteilung (7, S. 191) gibt er an, daß das mediale Ganglion bei Tieren aus zwei Abschnitten besteht, und zwar aus einem dorsalen vorderen und aus einem ventralen hinteren; im ventralen hinteren Abschnitt seien die Zellen kleiner und zahlreicher als im dorsalen vorderen Abschnitt. Kölliker (10), S. 491 ff., beschreibt auch ein mediales Ganglion, das sich bei Tieren in zwei Abschnitte teilen läßt, und weiter ein laterales Ganglion; nach diesem Autor läßt sich das mediale Ganglion beim Menschen nicht teilen. Weiter erwähnt Kölliker beim Menschen einen Nucl. accessorius, der in Fig. 622, S. 492 abgebildet ist. Die Zellen des Nucl. accessorius seien kleiner als diejenigen der beiden anderen Ganglien des Corpus mammillare. Ob dieser Nucl. accessorius dem von mir oben beschriebenen Nucl. intercalatus corporis mammillaris entspricht, ist zweifelhaft, da der Nucl. intercalatus Zellen besitzt, die größer als diejenigen des medialen Ganglions sind. Weil Kölliker keine genaue Beschreibung der Zellen angegeben hat, ist eine Entscheidung dieses Punktes unmöglich. Cajal (2, S. 731 ff.) beschreibt ein laterales und ein mediales Ganglion; weiter erwähnt er unter dem Namen Foco limitante eine Zone, die anterodorsal vom medialen Ganglion gelagert ist. Leider ist es aus seiner Beschreibung der Corpora mammillaria nicht zu erschließen, ob letzterer nur für Tiere oder auch für Menschen gilt. Der komplizierte Bau der Corpora mammillaria, der nach Haller (8, S. 434 ff.) bei der Maus vorkommt, entspricht dem des Menschen nur soweit, daß ein mediales und ein laterales Ganglion zu unterscheiden sind; deshalb werden die Ergebnisse Hallers hier nicht erwähnt. Meynert (12, S. 731) beschreibt als basales Optikusganglion eine Gruppe großer Spindelzellen, die sich oberhalb vom Traktus befindet, und welche sich etwa 1 cm vom Chiasma kaudal bis zur kaudalen Grenze des Tuber erstreckt. von Lenhossék (11, S. 450) beschreibt einen Nucl. supraopticus, der nach diesem Autor dem basalen Optikusganglion Meynerts entsprechen soll, weiter einen Nucl.

anterior und einen Nucl. posterolateralis tuberis. Alle drei Kerne enthalten nach von Lenhossék kleine spindelförmige oder polygonale Zellen sowohl wie Gliazellen. Kölliker (10, S. 597 ff.) hat ganz richtig drei Nuclei tuberis vom basalen Optikusganglion unterschieden und gibt eine vortreffliche Beschreibung dieser Kerne. Beim Kaninchen hat Cajal (2, Fig. 640) eine Zellgruppe abgebildet und beschrieben (S. 756), die er als Ganglio perikiasmatico oder tangential bezeichnet. Dieser Kern entspricht wohl sicher dem basalen Optikusganglion des Menschen. Siehe auch Retzius (17, S. 67 ff.).

Das basale Optikusganglion und die Nuclei tuberis liegen ausschließlich im Telencephalon; ich habe sie noch mit berücksichtigt, weil sie an der Grenze zwischen Diencephalon und Telencephalon liegen.

Als Nucleo subventricular hat Cajal (2, S. 731) beim Kaninchen eine Zellsäule beschrieben, die aus großen oder piriformen Zellen besteht, die einen reichlichen chromatophilen Inhalt besitzen. Diese Zellsäule liegt unmittelbar lateral vom Epithel des dritten Ventrikels (Fig. 604). Dieser Kern entspricht ohne Zweifel dem Kern, den ich beim Menschen oben als Nucl. paraventricularis hypothalami beschrieben habe. Daß der Nucl. magnocellularis strati grisei, den Edinger (3, S. 114) bei den Vögeln und Fischen beschrieben hat, dem Nucl. paraventricularis des Menschen entspricht, ist nicht sicher, aber doch wahrscheinlich.

Zwischen den Zellen des vorderen Teiles der Substantia nigra (Nucl. pigmentosus subthalamo-peduncularis nach Jacobsohn) am ventralen Rande derselben liegen kleine, spitzig dreieckige Zellen, die sich weit in den Pes pedunculi cerebri erstrecken; sie lassen sich weiter oral als die eigentliche Substantia nigra verfolgen. Die Zellen sind viel kleiner als die charakteristischen Zellen der Substantia nigra und enthalten zumeist gar kein Pigment. Die Mehrzahl dieser Zellen enthalten kleine, aber deutliche Schollen, und deshalb halte ich sie für Schaltzellen. Daß die Substantia nigra einen motorischen Kern darstellt, ist nach Degenerationsversuchen und experimentellen Versuchen wahrscheinlich gemacht und von Jacobsohn (9) erst unlängst auf Grund der Zellstruktur behauptet worden. Nach eigener Untersuchung bin ich derselben Anschauung. Daß die oben beschriebenen Zellen einen unabhängigen Kern bilden, ist unwahrscheinlich. Es ist möglich, daß es sich um Zellen der Substantia nigra handelt, die in ihrer Entwicklung stehengeblieben sind.

Als Substantia reticularis hypothalami (s. ret. hyp.) fasse ich diejenigen polymorphen Zellen zusammen, die im Hypothalamus zerstreut liegen, und die sich in Kerne nicht gruppieren lassen. Die Substantia reticularis ist mit der grauen Bodenmasse des dritten Ventrikels nicht zu verwechseln, da letztere eine charakteristische Lage hat und da sie einen ganz anderen Zelltypus aufweist. Die Substantia reticularis ist besonders stark entwickelt in der Zona incerta (Fig. 5), d. h. dorsal vom Corpus

mammillare, dorsomedial vom Pes pedunculi, medial vom ventromedialen Pol des Corpus subthalamicum und ventral vom roten Kern (Nucl. rotundus subthalamo-peduncularis nach Jacobsohn). Von dieser Gegend erstrecken sich die Zellen dorsalwärts in der Mittellinie bis zum Edinger-Westphalschen Kern (Nucl. sympathicus n. oculomotorii nach Jacobsohn). In diesem Niveau (Fig. 5) häufen sich die Zellen auch an der medioventralen Grenze des Thalamus dorsal vom roten Kern, lateral und dorsal vom Nucl. com. posterioris. In dieser Weise ist die Substantia reticularis in ihrer kaudalen Partie verbreitet. Weiter oral im Niveau des vordersten Abschnittes des roten Kernes (Fig. 7) zieht sich die Substantia reticularis über die Mittellinie hinweg und dorsal am dritten Ventrikel bis zur Fissura hypothalamica. Wenn dann die Kerne des Thalamus weiter oral nach innen gerückt sind, liegt ein Teil der Substantia reticularis auch an seiner ventralen Grenze. Nach dem Verschwinden der Corpora mammillaria (Fig. 8) ist der ventrale Teil der Substantia reticularis durch die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis und der grauen Bodenmasse ersetzt; wenige Zellen sind noch in der Mittellinie zu sehen, während dorsal am Ventrikel und ventral vom Thalamus sie noch gut ausgebildet ist. In ihrem vorderen Teil (Fig. 10 und 11) liegt die Substantia reticularis nicht mehr am Ventrikel, sondern sie ist immer weiter lateralwärts und dorsalwärts durch den Nucl. mammillo-infundibularis und die graue Bodenmasse gedrängt, die das ganze Infundibulargebiet besetzt haben. Die Substantia reticularis läßt sich oral an der ventralen Grenze des Thalamus bis zum vorderen Abschnitt der Commissura media und des Chiasma verfolgen. Als Nucl. peripeduncularis lateralis (n. pped. lat.) hat Jacobsohn (9) eine Zellgruppe beschrieben, die sich zwischen dem roten Kern und der Substantia nigra bzw. zwischen dem roten Kern und dem Corpus subthalamicum erstreckt und die im hinteren Abschnitt auch um den lateralen Rand des Hirnschenkelfußes herumlagert (Fig. 2—7). Wahrscheinlich gehört diese Zellgruppe zur Substantia reticularis; aber weil diese Zellen zwischen Fasern sehr stark gedrückt liegen, ist ein Urteil über ihre Struktur nicht zuverlässig, und weil es sich um eine topographisch gut abgegrenzte Gruppe handelt, möchte ich die Frage, ob diese Zellen einen besonderen Kern bilden, dahingestellt sein lassen.

Die Zellen der Substantia reticularis schwanken in ihrer Form, Größe und Struktur außerordentlich. Die Schwierigkeiten einer Beschreibung

der Substantia reticularis sind sehr groß. Man muß diese Zellen unterscheiden von denjenigen der Kerne des Corpus mammillare, des Corpus subthalamicum, der grauen Bodenmasse, des Edinger-Westphalschen Kerns, des Nucl. commissurae posterioris, des roten Kerns und der Kerne des Thalamus. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß die Zellen oft zwischen starken Fasermassen so gedrückt sind, daß von einer Beschreibung ihres natürlichen Aussehens keine Rede sein kann. Zuerst sieht man Zellen, die beinahe so groß wie die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami sind (Fig. 27 a); sie sind scharf polygonal und besitzen lange, deutliche, grobe Ausläufer. Diese Zellen zeigen bei mittlerer Vergrößerung (100 bis 250) etwas zarte und spärliche, aber doch unverkennbare Schollen. Beim genauen Einstellen des Mikroskopes zeigen die Schollen einen scharfen Umriß, was in den Abbildungen nicht sehr gut zu sehen ist; mit anderen Worten: es handelt sich nicht um unregelmäßige Massen von Protoplasma, sondern um scharf konturierte Körperchen. In vielen Zellen liegt eine Anhäufung von gelben Pigments. (Bei b der Fig. 27 ist eine Zelle abgebildet, die wohl nur eine mangelhaft gefärbte Zelle desselben Typus darstellt.) Ganz ähnliche Zellen kommen im vorderen Vierhügel und im Nucl. com. posterioris vor, und die Zellen der Substantia reticularis lassen sich bis in diese Gegenden verfolgen. Weiter sieht man Zellen von gleichem Typus, aber etwas kleinerer Form und weniger Pigment enthaltend (d, e, f der Fig. 27), die vorwiegend im oralen Teile der Substantia reticularis dicht ventral vom Thalamus sind. Weil der erste größere Typus in der Regel vorkommt, wo die Zellen im lockeren Gewebe liegen, während der zweite Typus dagegen, wo die Zellen zwischen dichten Fasermassen liegen, und weil Übergangszellen sehr oft vorkommen, halte ich den Unterschied (wenigstens zum größten Teil) für mechanisch bedingt. Über die übrigen Zellen der Substantia reticularis habe ich sehr wenig zu berichten; diese letzteren sind polygonal, oval oder fusiform und färben sich gewöhnlich etwas schwach oder sehr schwach. Wie schon gesagt, sind viele Zellen so stark gedrückt, daß das dargebotene Zellbild unzuverlässig ist. Aber immerhin kommen Zellen immer wieder vor, die dieselben groben Ausläufer wie die oben beschriebenen Zellen besitzen (c der Fig. 27). Einige dieser Zellen zeigen noch eine Andeutung von Schollen.

E. Substantia grisea des dritten Ventrikels.

Die graue Bodenmasse des dritten Ventrikels (s. gr. III) läßt sich leicht in zwei Abschnitte teilen, die voneinander ganz getrennt liegen. Die Pars superior (s. gr. 2 III) entspricht wohl dem medialen Teile des Ganglion habenulae der Autoren. Sie fängt im Stiel der Zirbeldrüse an und breitet sich lateral und ventral aus. Lateral ist sie durch den Thalamus und das Ganglion habenulae (bzw. durch die Taenia thalami) und medial durch den Ventrikelrand begrenzt. Im Niveau des kaudalen Teiles des dritten Ventrikels bildet sie eine außerordentlich dichte Zellmasse, die ventral und medial vom Ganglion habenulae gelagert ist; und sie erstreckt sich bis zur Fissura hypothalamica, aber ihre ventrale Partie ist viel weniger zellreich. Etwas weiter oral erscheint der Nucl. paramedianus thalami am Ventrikelrand dorsal von der Fissura hypothalamica; und da sich dieser Kern allmählich nach dorsal ausdehnt, nimmt der ventrale Teil der grauen Bodenmasse ab, und in ihrer oralsten Partie liegt sie an der medialen Grenze der Taenia thalami und auch zerstreut zwischen den Taeniafasern. Die Pars superior läßt sich ungefähr 4 mm vom kaudalen Pol oral verfolgen.

Die Pars inferior (s. gr. 1 III) fängt im ventralen Teile des Infundibulum im Niveau des oralsten Teiles der Corpora mammillaria an (Fig. 8). Die Lage der Pars inferior ist in den Figuren 8—12 zu sehen. Die Hauptmasse liegt am Ventrikel medial von der Fornixsäule und auch ventral von letzterer. In dieser Gegend liegen die Zellen sehr gedrängt, aber dorsalwärts und auch lateralwärts liegen die Zellen viel lockerer. Die Pars inferior der grauen Bodenmasse erstreckt sich dorsal bis zur Commissura media, d. h. durch den ganzen Hypothalamus, aber in der Pars optica (Telencephalon) liegt die Hauptmasse dieser Zellen, und hier ist die graue Bodenmasse immer vorhanden, während in der Pars mammillaris (Diencephalon) viel weniger Zellen vorhanden sind, und in ihrer kaudalen Partie (Fig. 7) fehlt eine Bodenmasse vollständig.

Die beiden Teile der grauen Bodenmasse bestehen aus Zellen, die denselben Typus haben, und deshalb habe ich die Pars superior nicht als einen speziellen Kern, d. h. als medialen Abschnitt des Ganglion habenulae, sondern als einen Teil der grauen Bodenmasse aufgestellt. Die Zellen liegen außerordentlich dicht gedrängt; sie sind zumeist sehr klein, ja oftmals fast so klein wie Gliazellen, aber es kommen auch Zellen von Mittelgröße

vor (Fig. 18). Die Form der Zellen ist rund, oval, fusiform oder (selten) abgerundet polygonal. Sie färben sich ziemlich schwach und besitzen kein Pigment (oder äußerst wenig). Die graue Bodenmasse des dritten Ventrikels besteht in allen Gegenden aus ähnlichen Zellen und läßt sich deshalb in Kerne nicht teilen. Die größeren Zellen der grauen Bodenmassen sind wohl sicher Nervenzellen; aber ob die Mehrzahl der äußerst kleinen Zellen Nervenzellen oder Ependymzellen darstellen, möchte ich mit Sicherheit nicht sagen.

Um die Resultate meiner Arbeit kurz zusammenzufassen, teile ich das menschliche Diencephalon in folgende primäre Kerne:

A. Metathalamus.
1. Nucl. magnocellularis corporis geniculati lateralis.
2. Nucl. principalis corporis geniculati lateralis.
3. Nucl. ventralis corporis geniculati medialis.
4. Nucl. dorsalis corporis geniculati medialis.

B. Epithalamus.
5. Ganglion habenulae.

C. Thalamus.
6. Nucl. communis thalami:
   a) Pars medialis,
   b) Pars lateralis,
   c) Pars dorsalis.
7. Nucl. magnocellularis thalami:
   a) Pars principalis,
   b) Pars arcuata.
8. Nucl. parvocellularis thalami.
9. Nucl. reuniens thalami.
10. Nucl. paramedianus thalami.

D. Hypothalamus.
11. Corpus hypothalamicum.
12. Ganglion mediale corporis mammillaris.
13. Nucl. intercalatus corporis mammillaris.
14. Nucl. mammillo-infundibularis.
15. Nucl. paraventricularis hypothalami.
16. Substantia reticularis hypothalami.

E. Substantia grisea des dritten Ventrikels.

a) Pars superior.

b) Pars inferior.

Wenn eine auf anatomischen Studien basierende Einteilung des Diencephalon mehr als eine rein mechanisch-topographische Bedeutung haben soll, so muß sie sich auf ausgesprochene Verschiedenheiten der Zellen stützen, und diese Verschiedenheiten müssen konstant zur Beobachtung gelangen. Bei Untersuchung des Zellbildes muß auch vor allem der äußere mechanische Einfluß in Rücksicht gezogen werden, da Veränderungen, die auf solche mechanische Einwirkungen zurückzuführen sind, keine physiologische Bedeutung besitzen. Bei Erfüllung obiger Bedingungen sind wir berechtigt, anzunehmen, daß eine einigermaßen abgegrenzte Gruppe von Zellen mit identischem Charakter (vor allem mit gleicher Struktur) einen primären Kern bildet, der eine bestimmte primäre Funktion besitzt, und ferner, daß zwei Kerne, die deutliche Unterschiede im Zellcharakter zeigen, auch eine verschiedene primäre Funktion haben. Daß innerhalb eines primären Kernes verschiedene Teile vorkommen, die Beziehungen zu verschiedenen Fasersystemen haben, ist kein Beweis gegen die Einheit des Kerns, da ohne solche anatomische Einrichtungen ein Zusammenarbeiten einzelner Teile des Nervensystems ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt von dem Einwande, daß nach Verletzungen von verschiedenen Teilen eines primären Kerns Fasern sich in verschiedene Teile der Rinde, oder daß nach Verletzungen verschiedener Regionen der Rinde Fasern sich in verschiedene Teile des primären Kerns verfolgen lassen; obwohl solche experimentellen Untersuchungen großen praktischen Wert haben, können sie nur topographische Felder feststellen, die eine Beziehung zu anderen topographischen Feldern haben, und sie können weder für noch gegen die Einheit eines anatomisch aufgestellten primären Kerns gelten. Wenn die Physiologie die feinere Struktur des Diencephalon in Rücksicht zieht, so kann sie zu Ergebnissen führen, die für die Kenntnis der elementaren Zusammensetzung dieser Gegend großen Wert besitzen. Solche Untersuchungen sind für die Anatomie sehr wünschenswert. Nach dem Studium der Zellen des Diencephalon bin ich überzeugt, daß wir durch die Nißlsche Methode imstande sein werden, nicht nur die motorischen Zellen, sondern auch andere

Zellen zu erkennen, wenn nur einmal die physiologische Bedeutung eines bestimmten Zelltypes klar erwiesen ist. Der Hauptzweck dieser Arbeit ist, eine bessere Grundlage für physiologische und pathologisch-anatomische Arbeiten vorzubereiten, die den Zweck haben, das für die Anatomie erwünschte Verhältnis zwischen Struktur und Funktion festzustellen.

Meinem verehrten Lehrer, Hrn. Privatdozenten Dr. L. Jacobsohn, sage ich meinen wärmsten Dank für die Anregung zu dieser Arbeit, für die mir gegebenen wertvollen Ratschläge und für die dauernde Unterstützung bei der Arbeit.

Literatur.

1. Bianchi, Anatom. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Kerne des Thalamus opticus des Kaninchens. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurol. 1909.

2. Cajal, Textura des Sistema nerviosa usw., Bd. II, 1904.

3. Edinger, Nervöse Zentralorgane, Bd. II, 1908.

4. Da Fano, Studien über die Veränderungen im Thalamus opticus bei Defektpsychosen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurol., Bd. 26 S. 4.

5. Forel, Gesammelte hirnanatomische Abhandlungen 1907.

6. Ganser, Vergleichende anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphologisches Jahrbuch Bd. 7.

7. von Gudden, Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen 1889.

8. Haller, Vom Bau des Wirbeltiergehirns. Teil III, Mus. Morphologisches Jahrbuch Bd. XXVII.

9. Jacobsohn, Über die Kerne des menschlichen Hirnstamms. Aus dem Anhang zu den Abhandlungen der Berl. Akad. d. Wiss. 1909.

10. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, Bd. II, 1896.

11. von Lenhossék, Beobachtungen am Gehirn des Menschen. Anat. Anz. 1887.

12. Meynert, Vom Gehirn der Säugetiere. Strickers Handbuch, Bd. II, 1872.

13. von Monakow, Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica. Arch. für Psych. 1895.

14. von Monakow, Gehirnpathologie, 1905.

15. Münzer und Wiener, Das Zwischen- und Mittelhirn des Kaninchens. Monatsschrift für Psychiatrie 1902.

16. Nißl, Cit. in Köllikers Handbuch Bd. II, S. 540ff.

17. Retzius, Zur Kenntnis der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen. Biologische Untersuchungen, Neue Folge, Bd. X.

18. Sachs, Eine vergleichende anatomische Studie des Thalamus opticus der Säugetiere. Arbeiten aus dem Neurologischen Institut an der Wiener Universität, Bd. XVII.

Erklärung der Zeichnungen.

Die Figuren 1—12 stellen Frontalschnitte durch das Diencephalon dar. Zuerst wurden die Umrisse der Schnitte mit dem Edingerschen Zeichenapparat angefertigt, und dann die Einzelheiten eingetragen. Die Vergrößerung der Schnitte und auch der einzelnen Kerne war in den Originalzeichnungen eine zehnfache. Von diesen Zeichnungen sind bei der Reproduktion Fig. 1—4, 6—7, 11—12 auf die Hälfte, Fig. 5, 8—10 auf zwei Drittel verkleinert worden; die Vergrößerung der Zellen dagegen ist viel stärker. Die Figuren 1—12 zeigen nur die Lage der verschiedenen Kerne und die Anordnung der Zellen innerhalb jedes Kerns. Diese Merkmale sind aus didaktischen Gründen ein wenig stärker hervorgehoben, als sie der Wirklichkeit entsprechen. Die wirkliche Form und Struktur der Zellen der einzelnen Kerne findet sich naturgetreu nur in den Figuren 13 bis 29.

Die Bezeichnungen der Figuren 1—12 sind die folgenden:

a. ig.	Area intergeniculata.
c. bi. a.	Rest der Zellen de Corpus bigeminum anterius.
com. ant.	Commissura anterior.
com. med.	Commissura media.
c. sth.	Corpus subthalamicum.
f.	Fornixsäule.
ggl. hab.	Ganglion habenulae.
ggl. med. c. mam.	Ganglion mediale corporis mammillaris.
g. o. b.	Ganglion opticum basale.
n. c.	Nucleus caudatus.

n. c. p.	Nucleus commissurae posterioris.
n. cs. th.	Nucleus communis thalami.
n. cs. th. (dors.)	Nucleus communis thalami, Pars dorsalis.
n. cs. th. (lat.)	Nucleus communis thalami, Pars lateralis.
n. cs. th. (med.)	Nucleus communis thalami, Pars medialis.
n. d. c. g. med.	Nucleus dorsalis corporis geniculati medialis.
n. i. c. mam.	Nucleus intercalatus corporis mammillaris.
n. mg. c. g. l.	Nucleus magnocellularis corporis geniculati lat.
n. mg. th. (arc.)	Nucleus magnocellularis thalami, Pars arcuata.
n. mg. th. (pr.)	Nucleus magnocellularis thalami, Pars principalis.
n. mam. infd.	Nucleus mammillo-infundibularis.
n. oc.	Nucleus oculomotorius.
n. pmd. th.	Nucleus paramedianus thalami.
n. pped. lat.	Nucleus peripeduncularis lateralis (Jacobsohn).
n. pr. c. g. l.	Nucleus principalis corporis geniculati lateralis.
n. pv. hyp.	Nucleus paraventricularis hypothalami.
n. pv. th.	Nucleus parvocellularis thalami.
n. r. th.	Nucleus reuniens thalami.
n. rub.	Nucleus ruber (nucleus rotundus subthalamo-peduncularis Jacobsohn).
n. th.	Nuclei tuberis.
n. v. c. g. med.	Nucleus ventralis corporis geniculati medialis.
s. gr.^{1} III.	Substantia grisea des dritten Ventrikels, Pars inferior.
s. gr.^{2} III.	Substantia grisea des dritten Ventrikels, Pars superior.
s. n.	Substantia nigra (N. pigmentosus subthalamo-peduncularis Jacobsohn).
s. n.^{1}	Substantia nigra, kleine Zellen.
s. ret. hyp.	Substantia reticularis hypothalami.
tel.	Zellen des Telencephalon.
tr. th. mam.	Tractus thalamo-mammillaris.

Alle Zellen der Figuren 13—29 wurden mit dem Zeichenapparat bei Benutzung von Okular 1 und Objektiv 6 (Leitz) angefertigt, und die Vergrößerung beträgt eine etwa 250fache. Die Zellen sind möglichst objektiv wiedergegeben.

Fig. 13 Zellen des Nucleus principalis corporis geniculati lat.
» 14 Zellen des Nucl. magnocellularis corporis geniculati lat.
» 15 Zellen des Nucl. ventralis corporis geniculati medialis.
» 16 Zellen des Nucl. dorsalis corporis geniculati medialis.
» 17 Zellen des Ganglion habenulae.
» 18 Zellen der Substantia grisea des dritten Ventrikels.
» 19 Zellen des Nucl. communis thalami.
a Zellen aus dem oralen, lateralen Abschnitte des Kerns.
» 20 Zellen des Nucl. magnocellularis thalami.
» 21 Zellen des Nucl. reuniens thalami.
» 22 Zellen des Nucl. parvocellularis thalami.
» 23 Zellen des Nucl. paramedianus thalami.
a siehe Text.
» 24 Zellen des Ganglion mediale corporis mammillaris.
» 25 Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis.
» 26 Zellen des Nucl. intercalatus corporis mammillaris.
» 27 Zellen der Substantia reticularis hypothalami.
a—f siehe Text.
» 28 Zellen des Nucl. paraventricularis hypothalami und des basalen Optikusganglions.
» 29 Zellen der Nuclei tuberis.

Fig. 2.

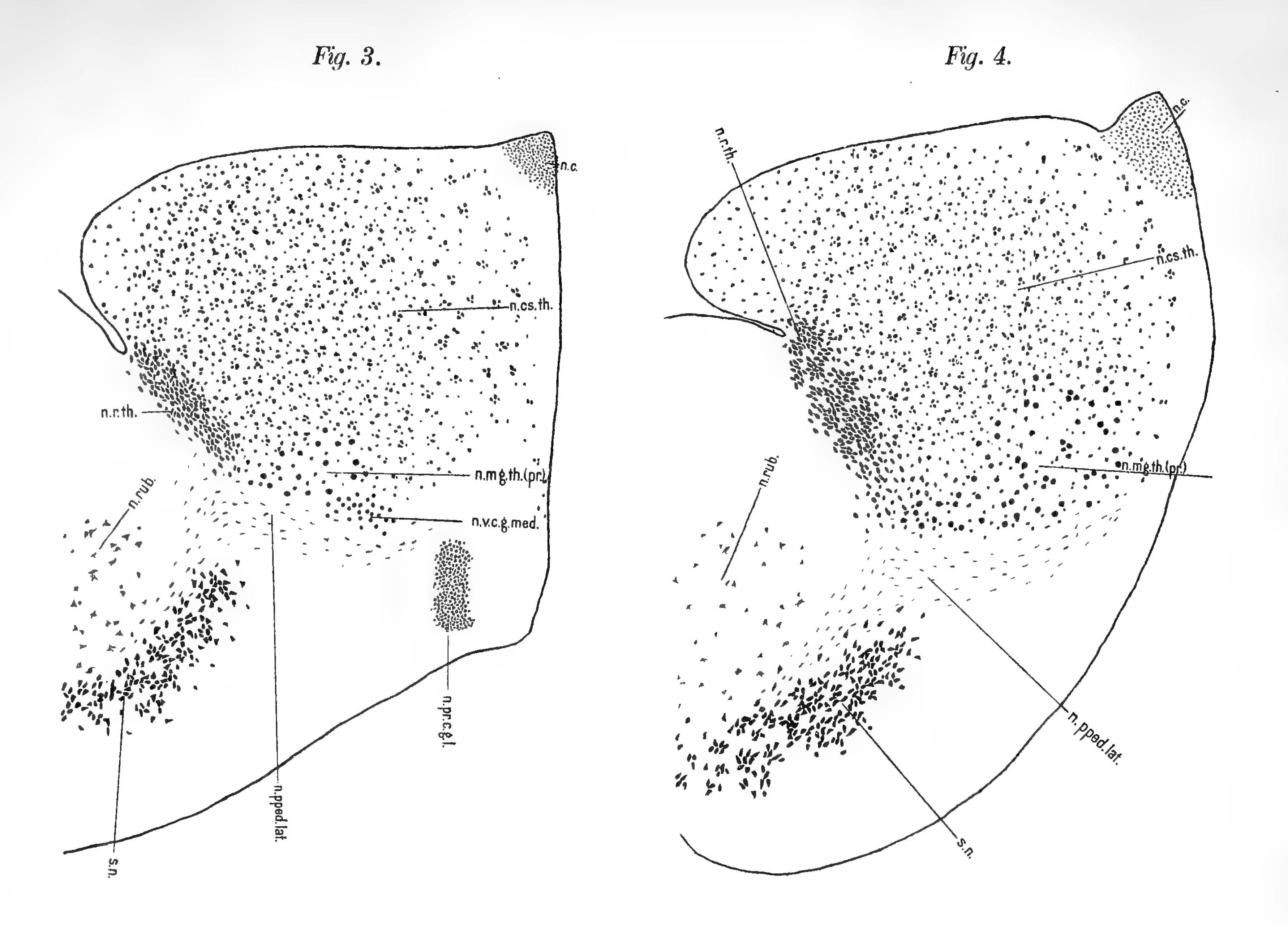
n.cs.th. n.v.c.g.med. n.pr.c.g.l. n.pped.lat. s.n. n.d.c.g.med. n.r.th. n.rub.

Fig. 1.

n.pr.c.g.l. n.mg.c.g.l. n.pr.c.g.l. n.v.c.g.med. n.cs.th. a.ig. n.d.c.g.med.

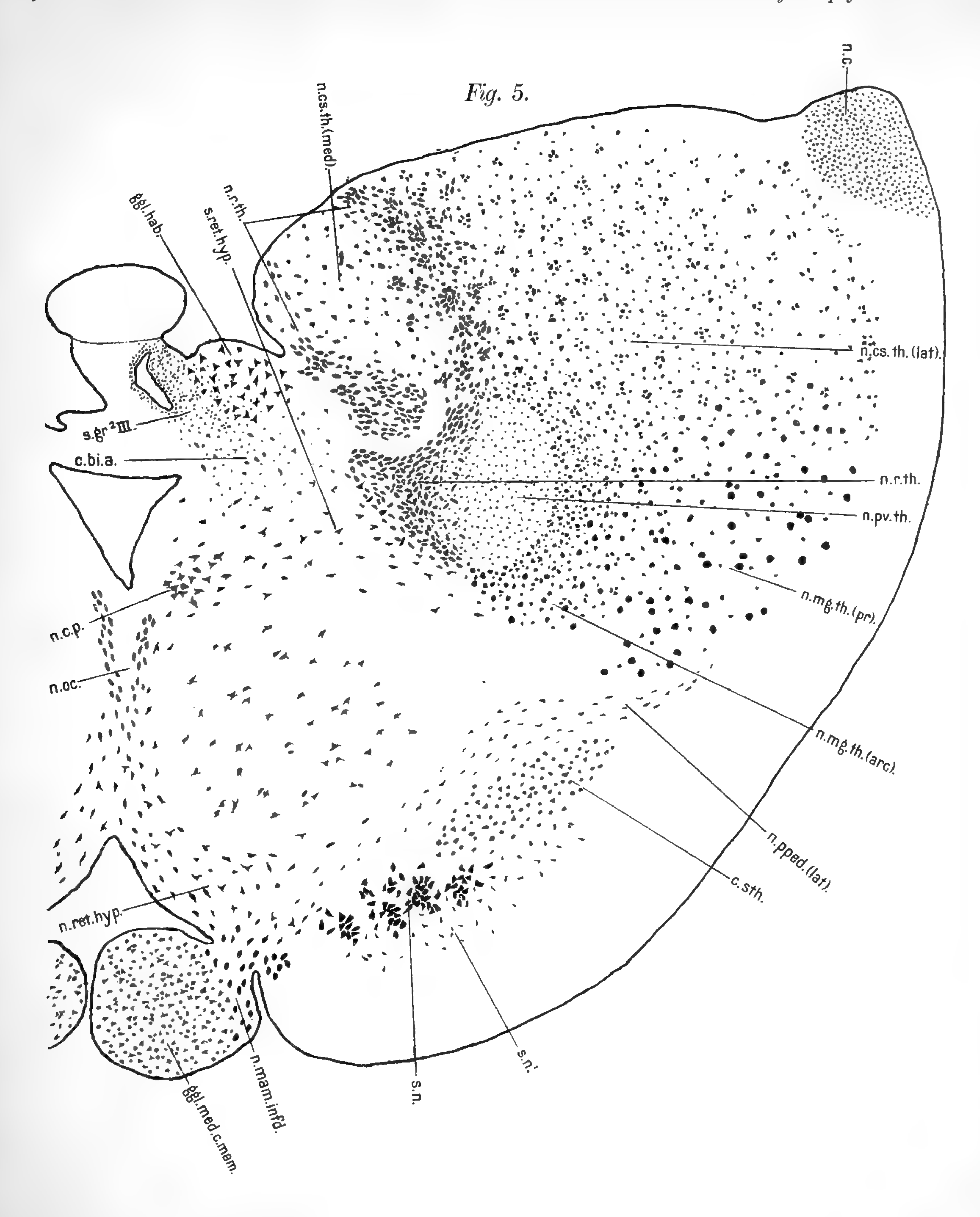
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. I.



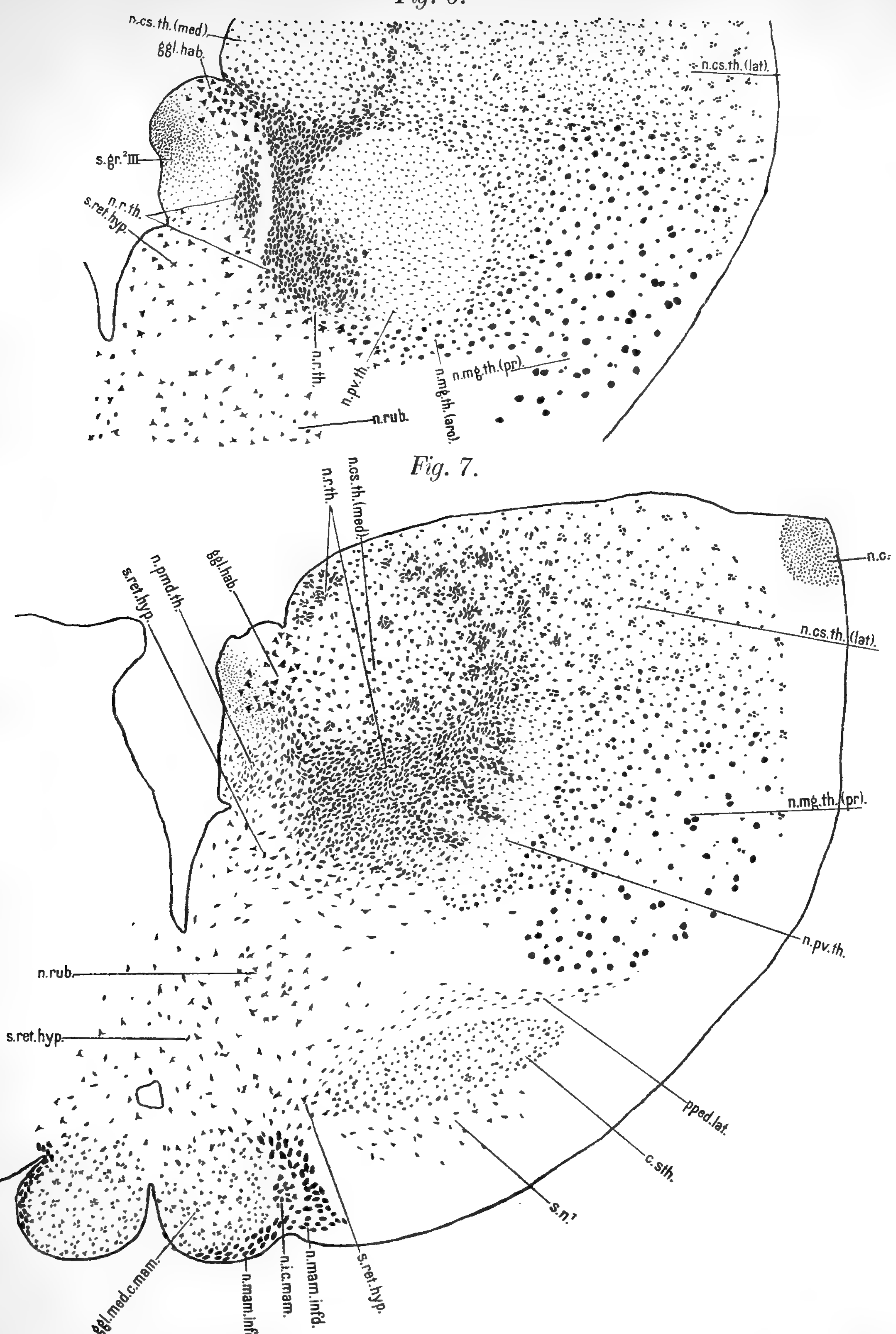
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. II.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. III.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

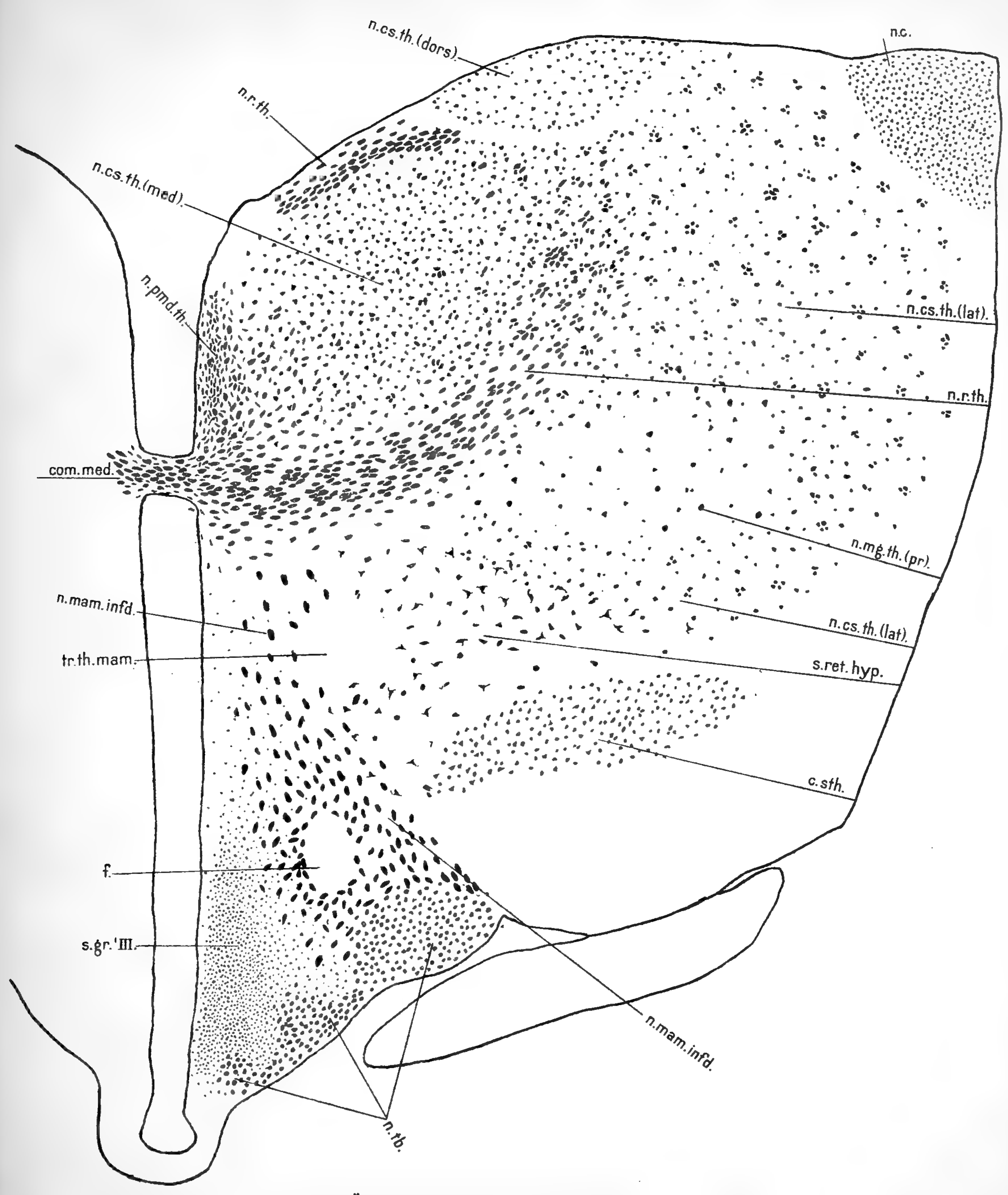
Taf. IV.

Fig. 8.

E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. V.

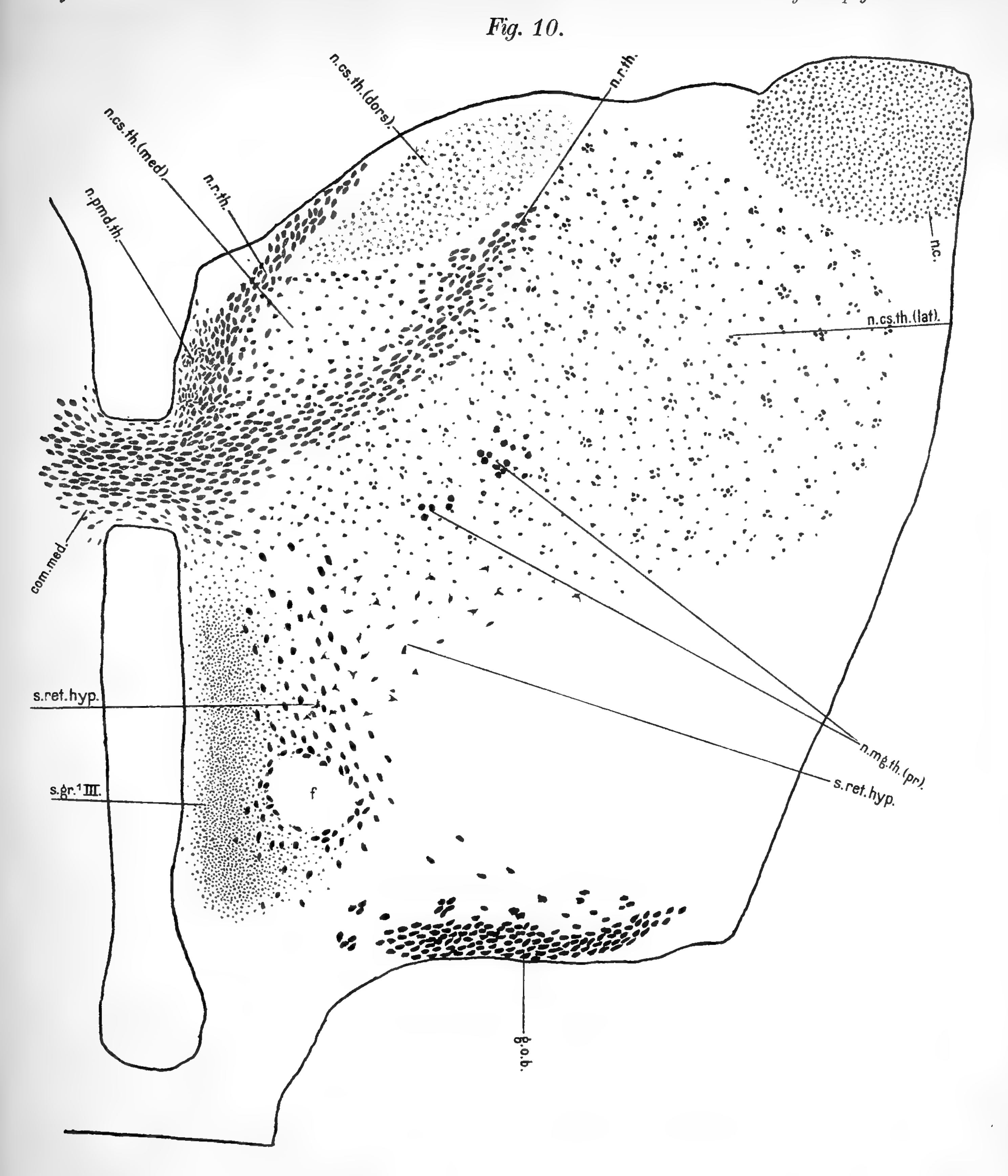
Fig. 9.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

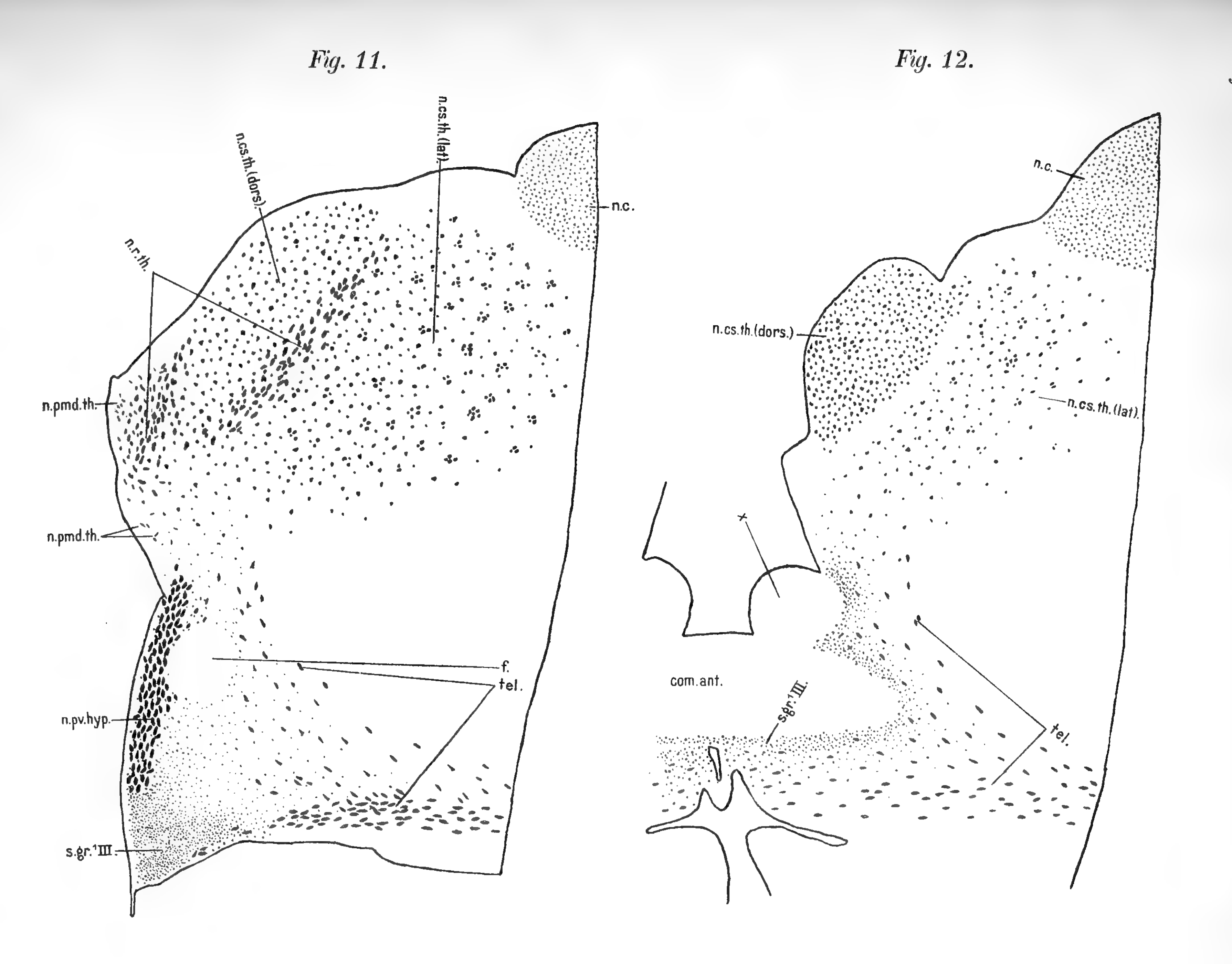
Taf. VI.

Fig. 10.



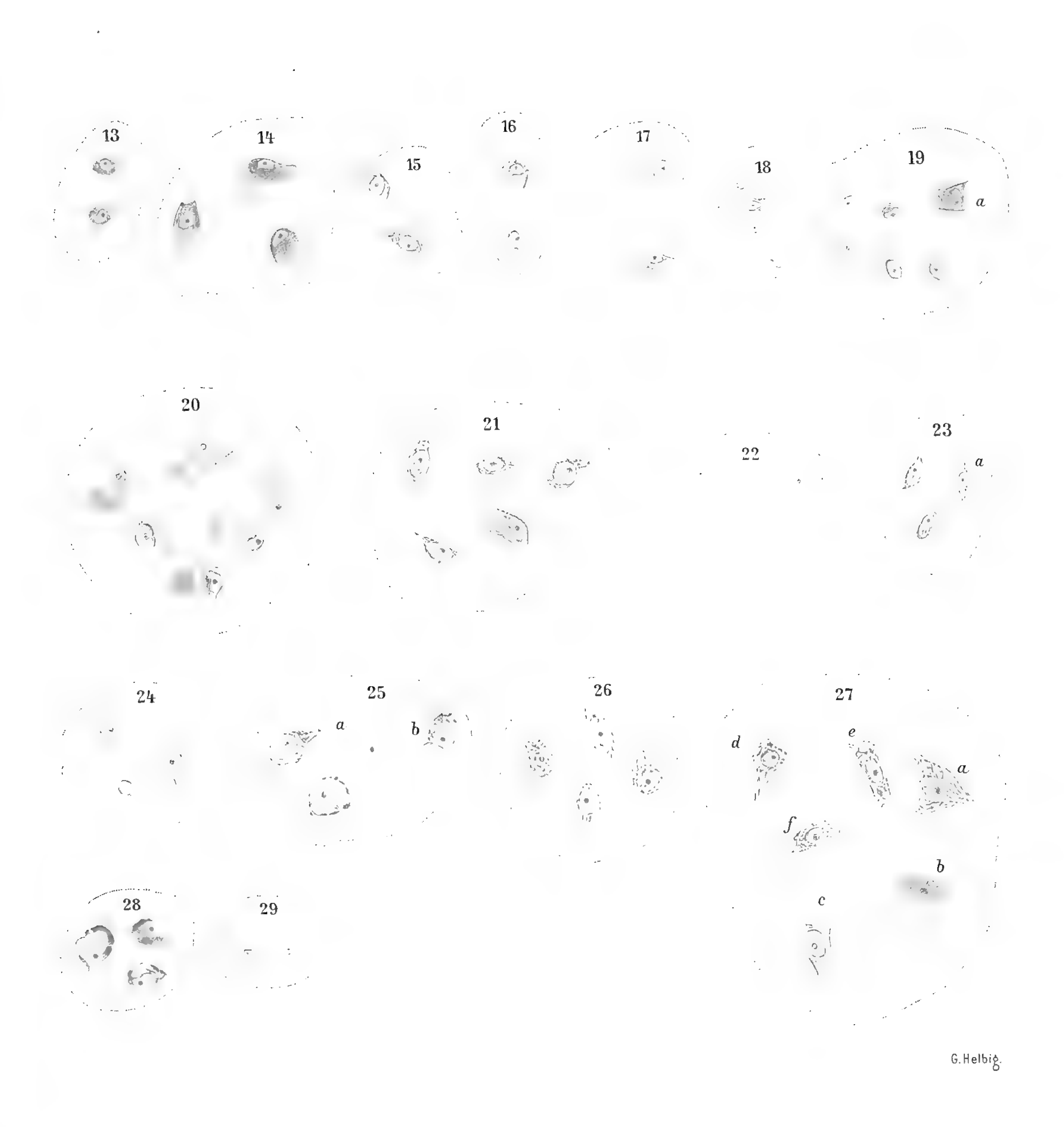
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. VII.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. VIII.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. IX.

Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll mit den Einbruchskalderen der Askja und des Knebelsees sowie dem Rudloffkrater in Zentralisland.

Von

Dr. HANS RECK.

Vorgelegt von Hrn. W. Branca in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 7. Juli 1910.
Zum Druck verordnet am 14. Juli 1910, ausgegeben am 17. Oktober 1910.

Kapitel I.

Die Dyngjufjöll in ihren geologischen Beziehungen zu ihrer Umgebung.

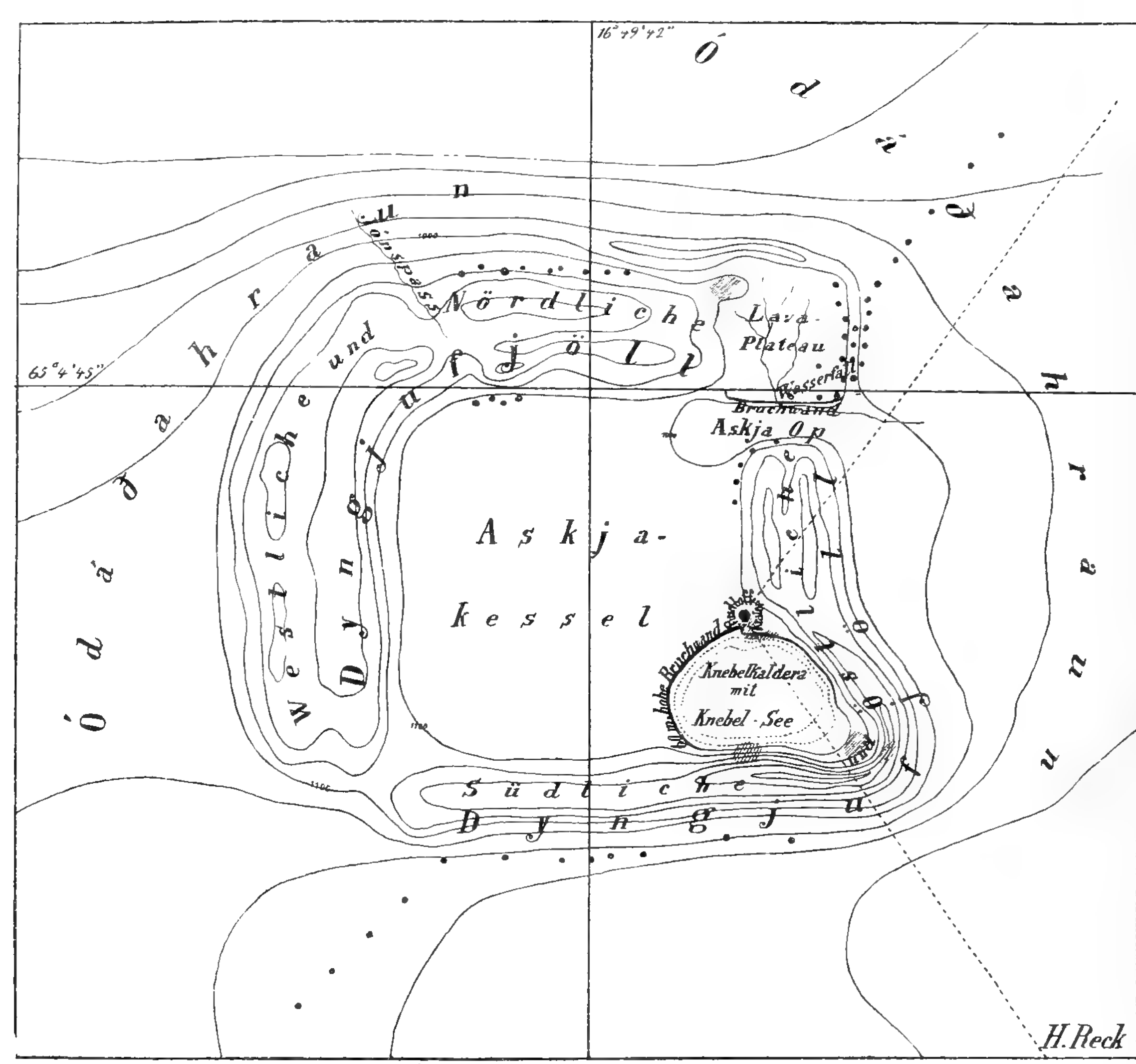
Einleitung. — Die räumliche und zeitliche Verteilung der eruptiven Tätigkeit auf Island. — Der rezent-vulkanische Gürtel. — Geologischer Bau. — Die Höhenverhältnisse. — Das Verhältnis zu den Dyngjufjöll. — Bemerkungen über die einstige Lavaüberdeckung der Höhen. — Das Alter. — Die Horste und die damit verbundenen Erscheinungen. — Die Dyngjufjöll ein Horst. — Die Richtungen der Vulkanlinien auf Island und ihr Verhältnis zu den Dyngjufjöll. — Die Dyngjufjöll ein selbständiges Eruptivzentrum. — Tektonik und Vulkanismus.

Dyngjufjöll und Askja, bis vor kurzem noch zur Terra incognita Islands gehörig, wurden erst in den letzten Jahren durch von Knebels und Rudloffs tragischen Tod in den Vordergrund des Interesses gerückt. von Knebel hatte mit geübtem Blick die Bedeutung dieses größten vulkanischen Gebildes Islands für die Wissenschaft erkannt. Wenn uns auch die Ergebnisse seines zehntägigen Aufenthaltes in der Askja verloren gegangen sind, so bleibt es doch sein unumschränktes Verdienst, den Anstoß zu einer Reihe von Forschungen gegeben zu haben, die schon wesentlich zur Klärung einiger der dort ruhenden Probleme des Vulkanismus beigetragen haben; ein Verdienst allerdings, das er wie sein Begleiter Rudloff leider mit dem Leben zu bezahlen hatte.

In den folgenden Zeilen hoffe auch ich, auf Grund zehntägiger Beobachtungen an diesem riesenhaften Vulkan, einen kleinen Beitrag zur weiteren Erkenntnis einiger vulkanischer Phänomene leisten zu können.

Der Gebirgsstock der Dyngjufjöll im nordöstlichen Zentralisland wird von dem größten Lavameer Islands, dem fast horizontal gelagerten Odáđahraun, das nur eine minimale Neigung gegen N erkennen läßt, allseitig umschlossen. Das Odáđahraun ist infolge seiner Unzugänglichkeit bis heute,

Fig. 1.

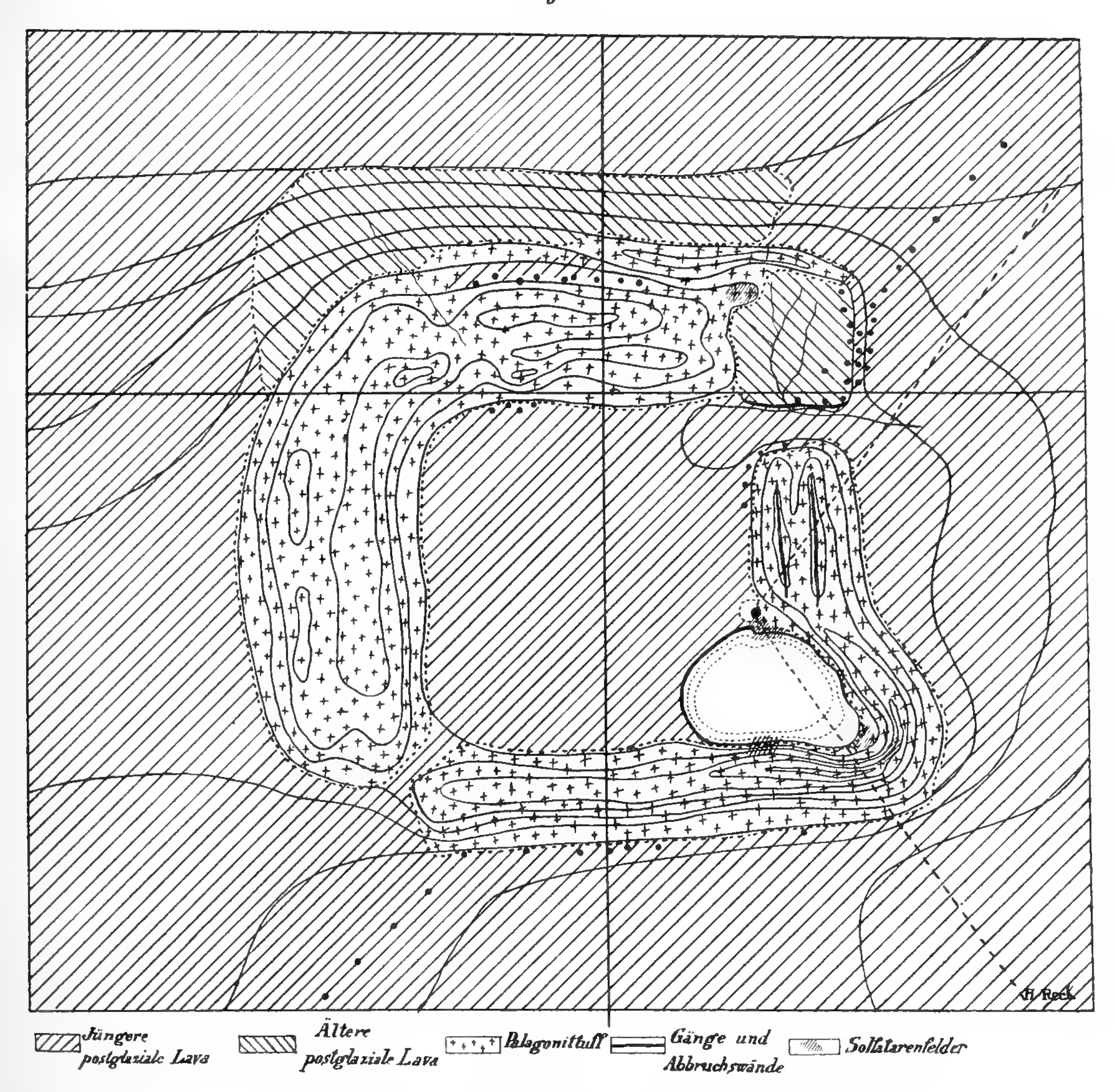


Topographische Kartenskizze der Dyngjufjöll.

Höhenkurven im Abstande von 100 m.

Maßstab etwa 1 : 200000.

Fig. 2.



Geologische Kartenskizze der Dyngjufjöll.

Höhenkurven im Abstande von 100 m.

Maßstab etwa 1 : 200000.

seiner Beschaffenheit wie auch seinen Grenzen nach, nur in ganz großen Zügen bekannt; seine Oberfläche wird von Thoroddsen auf etwa 5200 qkm geschätzt und stellt ein ununterbrochenes Chaos wild durch- und übereinandergeflossener Lavamassen dar.

Bevor ich zur Beschreibung des Gebirges selbst schreite, ist es notwendig, einen orientierenden Blick auf seine weitere Umgebung zu werfen, da es nur in diesem Zusammenhang möglich ist, zu einem Verständnis der Grundzüge im Bauplan der Dyngjufjöll zu gelangen.

Island baut sich fast ausschließlich aus vulkanischen Gesteinen auf, die vom Beginn der Tertiärzeit an bis heute sich zu unbekannter Mächtigkeit (mindestens 4000 m) anhäuften. Jüngere Eruptivmassen verdrängten in steter Folge die älteren von der Oberfläche, doch trat mit dem Ende der Tertiärzeit[1] eine deutliche Beschränkung der vulkanischen Tätigkeit auf gewisse Zonen ein. Die hauptsächlichste und für das Gesamtbild Islands wichtigste Zone kennzeichnet sich durch das Auftreten ungeheurer Tuffansammlungen, von denen in letzter Zeit nachgewiesen wurde[2], daß sie in vielen Fällen durch glaziale Umlagerung ein moränenartiges Aussehen erhielten. Sie setzen das Palagonittuffgebirge der Insel zusammen, das meist von einer hellen doleritischen Lava überlagert ist, die ebenfalls häufig geschrammt ist und auf diese Weise ihr bis ins Glazial hinaufreichendes Alter verrät.

Die Eruptionspunkte der genannten gewaltigen Tuffmassen sind bis heute noch gänzlich unbekannt, und auch die Ursprungsorte der Doleritlaven kennt man nur zum geringen Teil. Für die letzteren wird man nicht fehlgehen, wenn man ihre Entstehung auf die Ergüsse von Lavavulkanen und Spalteneruptionen, also auf Masseneruptionen[3], zurückführt, in der Weise, wie auch heute noch die basaltischen Lavafelder der Insel gebildet werden. Von Dolerit-Lavavulkanen ist uns eine ganze Anzahl bekannt[4], von Doleritausbruchspunkten auf Spalten jedoch nicht, da Spalteneruptionen über der Spalte selbst nur geringe und leicht vergängliche

---

[1] Vielleicht auch erst während der Eiszeit, wenn man mit Pjeturss einen Teil der Basalte noch als glazial bzw. interglazial ansieht.

[2] U. a. Helgi Pjeturss, K. Schneider.

[3] H. Reck, Isländische Masseneruptionen. Kokens geolog.-paläontolog. Abhandlungen, Heft 2, 1910. Bd. IX der neuen Folge S. 80–186.

[4] Z. B. die Vadalda im S der Dyngjufjöll.

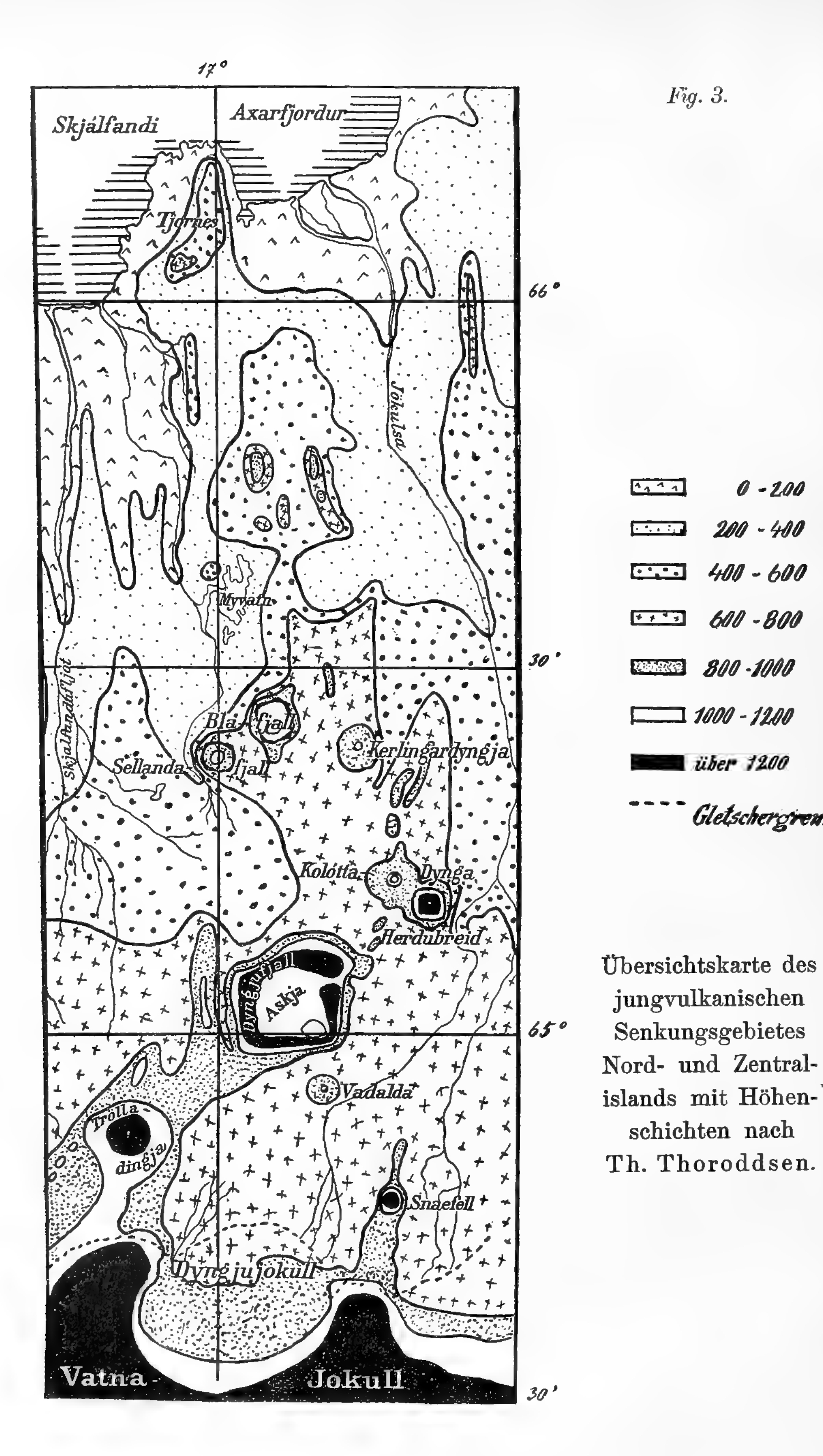
Bildungen hervorbringen, die besonders der Denudation durch Eis kaum Widerstand zu leisten vermögen. Man hat lediglich an einigen Stellen, an denen Dolerit beiderseitig von einer Spalte abfällt, solche Ausbruchslinien an diesem beiderseitigen Gefälle erkennen zu können geglaubt. Doch stehen wir hier auf dem Gebiete von Vermutungen, die für eine exakte Beweisführung nur untergeordneten Wert haben. Daraus ergibt sich jedoch keineswegs, daß Spalteneruptionen zur Zeit der Doleritbildung nicht existiert haben; im Gegenteil ist nach der Analogie aus älterer und jüngerer Zeit deren Vorhandensein in großer Zahl sehr wahrscheinlich. Sie lassen sich nur nicht nachweisen, da die unter den Eruptionsspalten gelegenen Gänge durch die Denudation meines Wissens noch nirgends freigelegt sind. Ich betone im Anschluß an diese Tatsache nur das Eine, daß uns die Richtung der Vulkanspalten zur Glazial- und Interglazialzeit aus der Beobachtung noch unbekannt ist.

In den Grenzen dieser Palagonit-Dolerit-Zone bildete sich im Postglazial die Hauptzone des rezenten Vulkanismus aus. Sie ist besonders im Nordlande vielfach durch auffallende Bruchlinien scharf begrenzt und daher leicht zu erkennen, wie ein Blick auf die geologische Karte Thoroddsens zeigt. Die Zone liegt überall innerhalb der Grenzen der vorhergenannten glazial-vulkanischen Zone, die ihrerseits wiederum einen Gürtel innerhalb des Bereiches der tertiären Basaltergüsse bildet. Wir können damit also eine allmähliche deutliche Regression der vulkanischen Aktivität und eine Konzentration der Eruptionspunkte auf engeren Raum konstatieren. Die Parallelität dieser Zone mit der glazial-vulkanischen legt allerdings die Vermutung nahe, daß auch ihre Eruptionsspalten den heutigen parallel waren, besonders da die Richtung dieser Spalten von der Richtung der Begrenzungslinien des vulkanischen Gürtels stark beeinflußt wird.

Die Eruptionsspalten der Basaltformation scheinen dagegen, nach der Lage zahlreicher Gänge zu urteilen, noch anderen Richtlinien gefolgt zu sein.

Der rezent-vulkanische Gürtel Islands zieht sich als breites Band von der Nordküste zwischen den großen Gletscherflüssen Skjálfandafljót und Jökulsá i Axarfirđi quer durch die Insel nach Süden bis in den gewaltigen Tuffsockel des großen Inlandeisfeldes des Vatnajökull; hier biegt er nach SW ab, um sich in dieser Richtung bis zur äußersten SW-Spitze der Insel, dem Kap Reykjanes (Rauchkap), fortzusetzen; von dort ab ent-

Fig. 3.



Übersichtskarte des jungvulkanischen Senkungsgebietes Nord- und Zentralislands mit Höhenschichten nach Th. Thoroddsen.

zieht sich die vulkanische Zone der Beobachtung, doch gaben gelegentlich beobachtete untermeerische Eruptionen und Seebeben die Beweise für ihre unterseeische Fortsetzung auf noch weitere 1100 km.

Für diese Arbeit ist es nötig, etwas näher auf die Einzelheiten im Bau des nördlichen Teiles dieser vulkanischen Zone einzugehen (vgl. die Karte, Fig. 3). Bei normaler Lagerung folgt auf Island meist über dem Basalt Palagonittuff und über diesem doleritische Lava, die ihrerseits die rezenten Lavameere vielfach unterlagert. Das Tal des Skjálfandafljót wird im Westen von steilen Basaltwänden begrenzt, die sich bis über 900 m Höhe erheben, und teilweise noch eine Überdeckung mit doleritischer Lava aufweisen. Im Osten dagegen erheben sich flache breite Dolerithügel zu kaum 300 m über die Talsohle. In diesem Tal läuft also die große Bruchlinie, die den rezentvulkanischen Gürtel um mindestens 600 m gegen das Basaltgebirge verworfen hat. Im Osten ist die Begrenzungslinie dieses gewaltigen Grabenbruches nicht so deutlich ausgeprägt, folgt aber ebenfalls auf große Strecken dem Tal eines mächtigen Gletscherflusses — der Jökulsá. Ihr Bett ist meistens flach und breit, da es sich größtenteils in einer weiten Ebene jüngster Alluvionen befindet, welche die tektonischen Linien verhüllen. Sie bildet die östliche Grenze der rezenten Lavafluten des Grabens, während ihrem Ostufer Palagonitbergzüge und streckenweise auch Basaltzüge folgen. Den Betrag der Verwerfung im Osten kennen wir daher nicht. Thoroddsen nimmt an, daß er geringer war als im Westen. Da das gesamte Gelände auch ein allgemeines leichtes Fallen nach Norden zeigt, betrachtet er das Senkungsfeld als eine windschiefe, nach Norden und Westen geneigte große Tafel.

Diese Vermutung findet in der Verteilung der Höhen der einzelnen Gebirgszüge und -stöcke dieses Gebietes eine starke Stütze. Denn auf diese Weise läßt sich leicht die deutliche Zunahme der Höhen der Palagonitgebirge sowohl von Norden nach Süden, als auch die weniger deutliche und jedenfalls geringere von Westen nach Osten erklären. Diese Erhebungen sind zweierlei Natur. Man kann scharf unterscheiden zwischen

1. langgestreckten, schmalen Tuffgebirgsrücken, die schon durch ihre schroffen Formen ihre Jugendlichkeit bezeugen. Sie streichen fast durchweg N—S, entsprechend der Richtung der jungvulkanischen Eruptionslinien und der Hauptbegrenzungslinien des Grabenbruches. Während diese letzteren jedoch fast durchweg vulkanfrei blieben (!), sind es vornehmlich die Bruchlinien dieser Horste, die dem Magma zum Austritt gedient haben;

2. hohen, massigen Tafelbergen, von nahezu quadratischem Grundriß, deren Sockel aus Tuff besteht und durch eine mächtige Lavakappe vor Denudation geschützt ist. Diese Tafelberghorste stellen, wie ich in der bereits erwähnten Arbeit nachgewiesen habe, stets die Zentralpartien alter Schildvulkane dar und verdanken dieser ihrer Eigenschaft ihre Festigkeit gegenüber den absinkenden Schollen der Umgebung.

Diese Tafelberge sind für unsere Betrachtung von besonderer Bedeutung, weil unter ihrer Lavadecke sich die ursprüngliche Oberfläche des Tuffgebirges erhalten hat, die dagegen bei den Tuffgebirgszügen durch das rasche Arbeiten der Denudation vielfach wohl bereits um wesentliche Beträge, deren Größe uns im einzelnen nicht bekannt ist, erniedrigt worden ist. Jedenfalls sind die Höhen der Tuffzüge je nach ihrer Lage auf der genannten windschiefen Tafel des Einbruchsfeldes stets niedriger als die obere Grenze des Tuffs bei den ihnen bezüglich der Lage am nächsten stehenden Tafelbergen. Die Auflagerungsfläche der Lava auf dem Tuff ist stets eine praktisch horizontale und stellt die Oberfläche der damaligen Palagonitebene dar, deren einstiges Niveau sich in diesen Resten erhalten hat. Sie zeigt an allen mir bekannten Stellen nur ganz geringe flachwellige Unebenheiten, die bereits durch den ersten Lavaerguß der sie überflutenden Magmamassen völlig ausgeglichen wurden.

Es sei mir gestattet, den hier ausgeführten Gedankengang durch ein Beispiel an der Hand der Karte zu belegen: Folgen wir zunächst dem Bruchfelde von Nord nach Süd, so müssen die weitesten Absenkungen und niedrigsten Höhen sich im Norden finden und nach Süden ansteigen. Dementsprechend liegen die Dolerithöhen gegenüber von Ljosavatn, etwa 300 m hoch. In der Gegend von Lundarbrekka (etwa 30 km südlich) erreichen sie bereits die 400 m-Kurve, um nach abermals 50 km weiter südwärts die 600 m-Kurve zu überschreiten. Dasselbe Bild zeigen die Palagonithöhenzüge. Auf den Höhen im Süden von Husavík erreicht der Palagonit 300 m, in den Lambafjöll 400 m. Noch weiter nach Süden bleiben die Palagonitberge in der weiteren Umgebung des Mývatn durchschnittlich zwischen 400 und 500 m und steigen nur an wenigen Stellen über 600 m an. Diese Höhenlage entspricht ungefähr dem Niveau der palagonitgeschützten Sockel der benachbarten Tafelberge Sellandafjall und Bláfjall; etwa 800 m haben weiter südlich die Herdubreiđarfjöll, noch weiter im Süden erreichen die noch von Lavalagen bedeckten Herdubreiđartögl über 1000 m. Zwischen

beiden steht der Tafelberg Herdubreið, dessen obere Tuffgrenze wenig über 1000 m liegt. Im SW der Herdubreið endlich ragen die Dyngjufjöll empor, deren Tuffzüge bis etwa 1500 m Höhe erreichen. Noch weiter im Süden erhebt sich das Eis des Vatnajökull, dessen Unterlage aller Wahrscheinlichkeit nach größtenteils von Palagonit gebildet wird, bis zu Höhen von über 1800 m.

In ähnlicher, wenn auch nicht so klarer und auffallender Weise zeigt sich im allgemeinen eine Zunahme der Höhenlage der Bergzüge von Westen nach Osten. Legen wir ein Profil durch die Gegend nördlich des Mývatn, so finden wir im Westen die Dolerithöhen bis zu etwa 300 m emporragen; das Palagonitgebirge im Norden des Mývatn steigt gegen Osten von etwa 300 zu 500 m an und erhebt sich östlich hiervon in der Umgebung des Hrafntinnuhryggur ganz allgemein über die 500 m-Kurve, in einzelnen Punkten bis über 800 m emporragend (z. B. Krafla). Legen wir einen ähnlichen, etwas kombinierten Schnitt weiter im Süden, etwa in der Gegend von Myri, durch die Bruchzone, so finden wir im Westen bei Myri Dolerithöhen bis über 400 m, nach Osten fortschreitend den Sellandafjall 1002 m, den Bláfjall 1225 m, die lavaentblößten Herdubreiðartögl 850 m und im Süden hiervon die Herdubreið mit 1660 m. Die Mächtigkeit der Lavadecken auf Sellandafjall, Bláfjall und Herdubreið ist annähernd die gleiche und beträgt zwischen 500 und 600 m. Subtrahiert man diese Zahl von den absoluten Höhen, so erhält man das gleiche relative Höhenverhältnis für die einstige Tuffoberfläche.

Die in diesen Verhältnissen sich andeutende windschiefe Stellung des nach Norden einfallenden Bruchfeldes ist jedoch für diese Arbeit weniger ausschlaggebend. Vor allem bedeutungsvoll ist hauptsächlich das regelmäßige Ansteigen der Bruchzone von Norden nach Süden, und das wichtige Resultat dieser Betrachtungen liegt darin, daß die großen Höhen der Dyngjufjöll sich in natürlicher Weise aus dem geologischen Bau der Gegend ergeben, durchaus gesetzmäßig sind und sich leicht in den Rahmen des geologischen Bauplanes des vulkanischen Bruchfeldes einfügen.

Ich habe im vorhergehenden bereits erwähnt, daß die Tafelberge von Lavakappen auf ihrer Oberfläche gegen die Einflüsse der Denudation geschützt werden. Damit drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Warum tragen nicht auch die schmalen Tuffgebirgszüge Lavadecken? In Beant-

wortung dieser Frage ist zuerst die Möglichkeit zuzugeben, daß große Strecken des Tuffs vielleicht niemals von Lava bedeckt waren. Doch ging zweifellos die Lavabedeckung des Tuffs in früheren Zeiten bedeutend weiter als heute; dafür haben wir zahlreiche Anhaltspunkte. Thoroddsen erwähnt an den verschiedensten Stellen seines an vortrefflichen Beobachtungen so sehr reichen Buches[1] Einlagerungen von Lavalagen und Reste von Lavadecken an den Gehängen dieser Gebirgszüge. Als Beispiel möchte ich die breiten alten Lavaterrassen im NO des Bláfjall erwähnen. Auch in den Herdubreiđarfjöll sind Reste früherer Lavabänke auf ihren Höhen in Gestalt von Lavaschollen und schichtartigen Lavaeinlagerungen in den oberen Partien häufig. Am schönsten zeigen jedoch die Herdubreiđartögl diese Verhältnisse: Über dem mächtigen Tuffgrundgebirge ruhen etwa in gleicher Höhe wie bei der benachbarten Herdubreiđ selbst noch zusammenhängende, allerdings schon stark zerstörte und vielfach zerbrochene Reste mehrerer übereinandergelagerter Lavadecken, die nichts anderes als die Fortsetzung der Herdubreiđlaven darstellen können.

Die gleichen Verhältnisse weisen die Dyngjufjöll auf, worauf ich später noch zurückkommen werde. Das nördliche Vorland derselben wird von breiten Terrassen älterer Lavaflächen eingenommen; auch zwischen den Höhen des Gebirges selbst hat sich ein plateauartiges Stück, das aus zahlreichen mächtigen Lavalagen zusammengesetzt ist, im Ganzen unzerbrochen eingesenkt, und ist dadurch in seinem vollen Umfange erhalten geblieben. Ebenso finden sich an der Süd- und Ostwand häufig schichtartige Zwischenlagerungen von nahezu horizontalen Lavabänken — alles Reste früher weiter ausgedehnter, jetzt vielfach unter das Niveau der jüngsten Magmaergüsse versenkter Lavamassen.

Der starke Kontrast, der beim Vergleich der spärlichen und zerrütteten Lavareste auf den Tuffgebirgszügen und der ungestörten, wohlerhaltenen Lavakappen der Tafelberge auffällt, erklärt sich nach meiner bereits an anderem Orte[2] begründeten Ansicht daraus, daß die Tafelberge bei dem starken Druck, dem die horstartigen Schollen von seiten des absinkenden Gebiets unterworfen wurden, durch das Gerüst ihrer zentralen Magmaaxe gestützt und gefestigt wurden, im Gegensatz zu den nach-

---

[1] Th. Thoroddsen, Island. Erg. Hefte 152 u. 153 zu Peterm. Mitt. 1905 und 1906.
[2] A. a. O. A. S. 85—121.

giebigen und sich zersplitternden Tuffgebirgszügen, die ohne festen Kern bei geringer Breite und großer Länge den Druckkräften nur wenig Widerstand entgegensetzen konnten. Dadurch sind heute die meisten Tuffgebirgszüge ihrer Schutzdecke mehr oder weniger beraubt. Ihre frischen, steilen Formen zeigen, daß dies aber noch nicht lange der Fall sein kann, denn bei den stark wirkenden Einflüssen von Frost und Wind auf dem ungeschützten Hochland Innerislands ist von diesem Moment bis zur Ausbildung echter Mittelgebirgsformen, d. h. tief im Schutt versinkender Höhen und Täler mit flachen Böschungen nur noch ein Schritt.

Die Dyngjufjöll zeigen, der großen Zahl und Kompliziertheit der hier auf breitem Raum ineinandergreifenden und einander folgenden geologischen Vorgänge entsprechend, verschiedene Stadien auf dem Wege dieser Entwicklung. Während weite Teile im Norden durch Lavaüberdeckung gegen die Einflüsse der Witterung fast gänzlich geschützt sind, zeigen die sich anschließenden exponierten Tuffhöhen, die bis zu etwa 1500 m emporragen, bereits völlig den Charakter einer Mittelgebirgslandschaft, wie Spethmann in seiner Arbeit[1] sehr hübsch darlegt. Im Südosten dagegen begegnen wir den jugendfrischen Bergformen, die erst im Anschluß an die Eruption von 1875 zur Ausbildung kamen.

Was das Alter der großen Versenkungsvorgänge in dem rezent-vulkanischen Graben Islands betrifft, so ist zunächst festzustellen, daß dieselben auch heute allem Anschein nach noch nicht zum Abschluß gekommen sind.

Ihre ältesten Anfänge sind sicher jünger als die jüngsten geschrammten Laven, denn diese sind überall mit verworfen.

So liegen westlich des Skjálfandafljót geschrammte Doleritlaven auf den Basalthöhen in etwa 900 m Höhe, während sie im Osten die Höhenrücken bis zu 300 m Höhe zusammensetzen. In der Umgebung des Sellandafjall liegen doleritische geschrammte Laven auf etwa 400 m Höhe. Den Horst selbst krönt eine Kappe gleichartiger geschrammter Lava in einer Höhenlage von etwa 1000 m.

Aber auch die unmittelbar auf das Glazial folgende Zeit fand das Land noch nicht versenkt vor, denn zunächst bildeten sich nun die gewaltigen Schildvulkane Bláfjall und Herdubreid aus, deren postglaziales

[1] H. Spethmann, Vulkanologische Forschungen im östlichen Zentralisland. N. Jahrbuch, Beil. Bd. 26, 1908, S. 381 ff.

Alter ich an anderer Stelle[1] klargelegt habe. Sie wurden in gleicher Weise von dem nach dem Erlöschen ihrer eruptiven Tätigkeit beginnenden Absinken des Grundes ergriffen wie der glaziale Sellandafjall. Dies ist auch die Zeit, in der die heutige Gestalt der Dyngjufjöll angelegt wurde, während die Askja noch jüngeren Alters ist.

Ebenso wie ich fand auch Spethmann nur postglaziale Laven in den Dyngjufjöll, und ich kann noch hinzufügen, daß auch die Laven im nördlichen Vorlande der Dyngjufjöll, die die Thoroddsensche Karte als präglazial angibt, wahrscheinlich postglazial, wenn auch sehr alt sind; denn ich habe auf ihnen keinerlei Eisschrammung entdecken können und auch keine diesbezügliche Mitteilung in der Literatur erwähnt gefunden, dagegen zeigten sich stellenweise noch verhältnismäßig wohlerhaltene Fließstrukturen.

Bláfjall, Herdubreið, Dyngjufjöll sind daher geologisch gleichaltrige vulkanische Bildungen; ihre Entstehung setze ich in die der Glazialzeit unmittelbar folgende Zeit. Die gleiche Ansicht hat auch Spethmann bezüglich der Dyngjufjöll in seiner Arbeit ausgesprochen.

Daß diese Zeit noch weit jenseits der historischen Periode liegt, erhellt ohne weiteres aus der Tatsache, daß in dem damals gesenkten Gebiete neue Schildvulkane entstanden (z. B. Kollotta Dyngja), von denen ebenfalls die Geschichte keinerlei Ausbrüche authentisch überliefert, so daß wir sie sämtlich seit historischer Zeit als erloschen betrachten müssen. Vielmehr weisen an den Gehängen dieser Vulkane sogar jüngste Spaltenbildungen auf die Vorbereitung des von anderen schon durchlaufenen Zyklus der Herausmodellierung zu Tafelbergen hin.

Ich habe im vorangehenden die Tafelberge des isländischen Hochlandes bereits als Horste angesprochen, d. h. als Reste eines ehemalig höher gelegenen Landgebietes, das an Brüchen allseitig in die Tiefe gesunken ist. Die nahezu senkrechten Wände der Tafelberge zeigen, daß es sich hierbei um annähernd vertikale Verschiebungen, also um vertikale Verwerfungslinien, handelt. Die Bruchnatur dieser Wände ist so charakteristisch und auffallend, daß sie eines weiteren Beweises nicht bedarf.

Eine einzige andere Erklärung der Entstehung der Tafelberge wäre an sich denkbar: man könnte sie vielleicht als vulkanische Auftreibungen an-

---

[1] Hans Reck a. a. O.

sehen. Daß dies nicht der Fall ist, ergibt sich neben anderen Gründen vornehmlich aus der Gesetzmäßigkeit ihrer Höhen, die in der vorher besprochenen Weise genau ihrer Lage auf der genannten windschiefen Tafel des Bruchfeldes entspricht. Ferner ist der Umriß der Tafelberge ein mehr oder weniger quadratischer, und zwei der parallelen Bruchwände streichen in allen Fällen annähernd N–S. Die beiden anderen laufen ungefähr senkrecht dazu. Die Bergkante an zwei derart zusammenstoßenden Flächen ist meist noch scharf, manchmal sind die Ecken auch gerundet. Die Massive der Tafelberge stellen feste Widerlager gegenüber den jungvulkanischen Spalten dar, die infolgedessen an ihnen absetzen oder ausbiegen, wie es am Bláfjall auf der Karte Thoroddsens besonders deutlich zum Ausdruck kommt.

Vergleichen wir hiermit den äußeren Umriß der Dyngjufjöll: im Norden und Süden finden sich 700—800 m über die Lavafläche des umgebenden Odáđahraun emporragend hohe O–W streichende Tuffgebirgszüge; im Osten und Westen streichen sie N–S. Sie erheben sich abrupt aus der fast horizontalen Ebene, im Norden und Süden sind sogar mehrere Terrassen mit deutlichen Staffelbrüchen bekannt. Daß diese Gebirgszüge einstens weitgehend mit Lava überdeckt und durch sie geschützt waren, habe ich bereits erwähnt. Ebenso bereiten sie auch den auf sie zustreichenden jungen Vulkanspalten ein Ende. So findet die von SW aus dem Odáđahraun auf die Südwestecke der Dyngjufjöll zustreichende Vulkanreihe an ihrem Fuße ihr Ende, ebenso die aus NNO bis an die Nordostecke des Gebirges laufende Eruptionsspalte.

Wir haben somit die Grundzüge des Baues der Tafelberge wie auch ihres Verhaltens gegenüber ihrer Umgebung auch an den Dyngjufjöll wiederzuerkennen vermocht; die speziellen Verschiedenheiten werden noch zu besprechen sein.

Außer den tafelbergartigen Horsten habe ich noch kurz des Baues der zweiten Art von Erhebungen innerhalb der vulkanischen Bruchzone Erwähnung zu tun, der bereits genannten schmalen, langgestreckten Tuffgebirgszüge. Sie erheben sich stets abrupt aus einer nahezu horizontalen Ebene, gegen die sie beiderseits mit steilen Böschungen einfallen, und beweisen dadurch ihre Jugendlichkeit. Ihr Fuß markiert stets eine Bruchlinie und dient mit Vorliebe vulkanischen Eruptionen zum Austritt: den Spalteneruptionen. Trotz des geringen Querschnitts der Gebirgszüge sind

diese öfters gerade in ihren höchsten Erhebungen auf große Strecken hin von klaffenden Spalten durchzogen, die ebenfalls in manchen Fällen vulkanischen Eruptionen zum Austritt gedient haben. Bei derartigen Spalteneruptionen, die auf den Höhen der Gebirgsrücken stattfanden, bleibt gewöhnlich die mit dem Fuße des Berges zusammenfallende Hauptabbruchslinie vulkanfrei; hierfür bietet die Spalte des Leirhnúkur, nordöstlich von Mývatn, ein schönes Beispiel. Es ist dies im kleinen die gleiche Erscheinung, die sich bei Betrachtung des gesamten vulkanischen Bruchfeldes zeigt, daß nämlich auch dort die randlichen Hauptverwerfungsspalten vulkanfrei sind, während der Vulkanismus sich auf einzelne Punkte und Sprünge innerhalb derselben konzentriert.

Das gleiche Bild geben die Dyngjufjöll, indem auch dort der Fuß des Gebirges meist vulkanfrei ist. So sind mir auf der großen Bruchlinie, entlang der im Norden die Dyngjufjöll sich über die Lava des Odáđahraun erheben, keinerlei Vulkane bekannt, während auf den höher gelegenen Absenkungsstaffeln Spalteneruptionen stattgefunden haben. Da die Bruchlinien des ganzen Gebietes, wie bereits erwähnt, soweit sie sich verfolgen lassen, stets ziemlich lotrecht in die Tiefe setzen, so darf man bei der hier herrschenden Gleichartigkeit der tektonischen Vorgänge, die unter Ausschluß von Faltungen Brüche an Brüche reihen, wohl diese Fallrichtung als die allgemein herrschende ansehen; unter dieser Annahme erscheint mir aber eine Erklärung des ebengenannten auffallenden Auftretens von Vulkanlinien nur unter dem Gesichtspunkt erklärlich, daß das auf der zentralen Spalte des Gebirgsstückes aufsteigende Magma durch seinen Seitendruck die Wände der randlichen Spalten gegeneinanderpreßte und schloß; denn es wäre sonst ganz unerklärlich, warum es oft erst in einem mehrere hundert Meter höheren Niveau zum Austritt käme, wenn es unbehindert bereits am Fuße des Gebirges die Oberfläche hätte erreichen können.

Noch wissen wir nichts Bestimmtes über die Tiefe des Sitzes der magmatischen Herde, immerhin aber weisen die neuesten diesbezüglichen Untersuchungen[1] unzweideutig in der Richtung sehr seichter Vulkanherde. Wenn beim Stromboli schon das Schwanken des Luftdrucks Einfluß auf die vulkanische Aktivität gewinnt, wenn ferner isländische Vulkanspalten vor

[1] Z. B. von Knebel, Über Lavavulkane auf Island. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1906.

200 m hohen Palagonithöhen auszuweichen versuchen[1], so muß hier notwendig eine entgegengesetzte Kraft vorhanden sein, welche die Lava bei ihrem Emporsteigen bis zu den Höhen der Gebirgskämme daran hindert bereits vorher auszutreten, und diese Kraft kann ich nur in der horizontalen Druckkomponente des zwischen seitlichen Spalten aufsteigenden Magmas selbst finden. Es verdient immerhin betont zu werden, daß danach vulkanische Kräfte Spalten gelegentlich nicht nur aufzureißen, sondern auch zu schließen vermögen.

Es liegt der Gedanke nahe, diese Verhältnisse auch auf manche Fälle zu übertragen, in denen es an sich rätselhaft erscheint, warum spaltenlose Vulkane in der Nähe von Spalten und Verwerfungen von oft großer Länge und Sprungweite auftreten, nicht auf diesen, sondern, oft noch dazu in höherem Niveau, nahe bei ihnen entstanden. Unter diesem Gesichtspunkt käme es eben weniger darauf an, ob das eruptionsfähige Magma in der Tiefe von einer entstehenden Spalte angeschnitten würde, als vielmehr darauf, ob es nicht einen Punkt in der Nähe dieser Spalte gäbe, an dem sich das Magma bereits vorher in höherem Niveau befand. Denn dieser Punkt könnte dann leicht die für den Ausbruch prädestinierte Stelle werden, indem das Magma hier auf dem Wege zur Eruption an sich bereits einen Vorsprung hätte und durch Seitendruck die Funktion der Spalte als Schwächelinie — und nur darauf kann es ankommen — für die tiefer liegenden Partien des Herdes eliminieren würde.

Ich habe bereits erwähnt, daß die Hauptverwerfungslinien der horstartigen Gebirge des nördlichen Island ausschließlich N–S streichen; ich habe auch bereits angeführt, daß sie die bevorzugten Linien der Spalteneruptionen darstellen. Die Spalteneruptionen des Nordlandes folgen sämtlich ziemlich genau der N-S-Richtung. Ein ganz anderes Bild zeigt die vulkanische Zone Südislands. Dort streichen Gebirgszüge wie Vulkanspalten ganz allgemein von SW nach NO. Diese zwei Richtungen sind die charakteristischen Leitlinien des rezenten Vulkanismus auf Island.

Thoroddsen[2] glaubte nun, daß die Dyngjufjöll — als Vulkan betrachtet — ihre dominierende Stellung gerade ihrer wichtigen Lage im

[1] Sapper, Über einige isländische Vulkanspalten und Vulkanreihen. N. Jahrbuch 1908. Beil. Bd. 26. Hans Reck, a. a. O. S. 77.

[2] Th. Thoroddsen, Island.

Schnittpunkt dieser zwei Spaltensysteme im zentralen Island verdanken würden. Diese Ansicht bedarf zweifellos der Modifikation.

Betrachten wir nämlich die Lage einiger Vulkanreihen in der weiteren Umgebung der Dyngjufjöll, so finden wir, daß diese zwei Richtungen gar keinen Schnittpunkt haben, sondern allmählich ineinander übergehen. Als allgemein charakterisierend für die Richtung der vulkanischen Spalten des Südlandes nenne ich nur Laki und Eldgjá, beide mit einem Streichen von etwa O 45 N. In der gleichen Richtung streicht eine namenlose Vulkanlinie gegen die Südwestecke der Dyngjufjöll, wo sie abbricht und ihr Ende findet. Eine andere Vulkanspalte, die Kverkhnúkaranir, die südlich der Dyngjufjöll aus dem Eise des Vatnajökull auftaucht, hat bereits ein Streichen von O 55—70 N[1]. An der Nordostecke der Dyngjufjöll findet eine andere Vulkanreihe, die Dyngjutindar, mit einem Streichen von O 65 N ihr Ende. Im Norden davon streichen die Herdubreiðarfjöll O 70 N, während noch weiter nördlich bei der Sveinagjá und der Spalte von Leirhnúkur ein fast reines N–S-Streichen allgemein herrscht.

Von einem Schnittpunkt von zweierlei Spaltensystemen ist tatsächlich nirgends etwas zu beobachten, vielmehr werden die angeführten Beispiele zeigen, daß es sich hier um ein allmähliches Umbiegen der Vulkanlinien handelt, das bei dem allgemeinen innigen Zusammenhang von Vulkanismus und Tektonik in diesem ganzen Gebiete wohl als der Ausdruck des schalenförmigen Umbiegens der nach Norden und Westen flach geneigten Senkungszone gedeutet werden darf.

Nahe der äußeren höher gelegenen, östlichen Peripherie dieser Umbiegungszone erheben sich die Dyngjufjöll, ohne jeden sichtbaren Zusammenhang mit irgendwelchen älteren Spalten als größtes selbständiges Vulkanmassiv Islands.

Thoroddsens Hypothese von der Schnittpunktslage der Dyngjufjöll wird auch dadurch noch mehr ins Ungewisse gerückt, daß wir nicht vergessen dürfen, daß die an dem Bergmassiv unter verschiedenen Winkeln abstoßenden Vulkanreihen zweifellos jünger sind als die Dyngjufjöll. Daß wir aber über Spaltenrichtungen auch aus der Zeit der jüngsten Vereisung gar nichts Bestimmtes wissen, habe ich bereits dargelegt. Die Vulkan-

[1] Eine genauere Angabe ist mir nicht möglich, weil die angegebene Streichrichtung auf der geologischen Karte Th. Thoroddsens wesentlich von der auf der Karte der Bruchlinien Islands (von dem gleichen Verfasser) abweicht.

linien aber, die sich innerhalb der Dyngjufjöll ausgebildet haben, folgen zunächst den von den Bruchlinien des Massives vorgeschriebenen Richtungen und weisen, diesem Verhalten entsprechend, keinerlei Beziehungen zu den SW–NO streichenden Spalten des Südlandes auf, während das N–S-Streichen des Nordlandes an den N–S streichenden Vulkanspalten der gleichgerichteten Randgebirgszüge zum Ausdruck kommt. O–W streichende Vulkanreihen sind meines Wissens bisher einzig und allein von den Dyngjufjöll in Island bekannt. Sie traten als Folge der Absenkungserscheinungen auf den senkrecht zum normalen Hauptstreichen laufenden Abbruchsspalten der Hochlandshorste auf, und sind daher natürlich sehr jugendlichen Alters.

Die Erklärung für die Entstehung der bei allen hier angeführten Horsten typischen O–W-Bruchlinien liegt wohl in der notwendigen Auslösung der gewaltigen Spannungen auf kürzestem Wege, die durch ihren Widerstand gegen das allgemeine N–S-Sinken des Landes entstanden waren.

Eine Verwandtschaft des Dyngjufjöll-Vulkans mit den bis an seinen Fuß herantretenden SW–NO-Spaltenrichtungen wird, wie gesagt, durch keine Beobachtung gestützt. Die näheren Beziehungen desselben zu dem Vulkansystem des Nordlandes dagegen ergeben sich außerdem noch durch die Beobachtungen der Eruptionen des Jahres 1875: während das Südland ruhig blieb, folgte auf die großen Explosionen des Jahres 1875 in der Askja ein in offenkundigen Wechselbeziehungen zu diesen stehender Erguß von Lava aus der etwa 60 km weiter im Norden N–S streichenden Sveinagjá. Diese Verhältnisse veranschaulicht am besten eine im Kap. V dieser Arbeit gegebene Tabelle, auf die ich verweise.

Auf die aus den Vergleichen der dort gegebenen Beobachtungen sich ergebenden Schlüsse werde ich noch zurückzukommen haben; hier genügt die Feststellung, daß die Dyngjufjöll nach Form und Eruptionstätigkeit einen Zusammenhang mit zwei vulkanischen Systemen nicht zeigen, daß sie nur vom System der Nordlandvulkane beeinflußt zu werden scheinen, daß sie ferner nicht im Schnittpunkt, sondern in der Umbiegungszone der nordländischen in die südländischen Vulkanrichtungen liegen.

Schon aus der völligen Übereinstimmung des geologischen Aufbaues mit den nachgewiesenermaßen[1] spaltenlos entstandenen Schildvulkanzentren, die

[1] H. Reck, Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane. Neues Jahrbuch f. Min. usw. 1910, Heft 6.

sich heute in Gestalt der Tafelberge uns darbieten, kann man durch Analogieschluß auf die Selbständigkeit der Dyngjufjöll als Islands gewaltigstes Vulkanzentrum schließen.

Dieser Schluß wird gestützt dadurch, daß ebensowenig wie bei den Tafelbergen die Dyngjufjöll an ihren durch keinerlei Vegetation bedeckten Wänden durch irgendwelche Spalten angeschnitten sind; wenigstens wurden solche bisher noch nicht beobachtet. Die Spalten aber, von denen bisher die Rede war, sind sämtlich jünger als der ursprüngliche Dyngjufjöll-Vulkan, dessen Zentralpartie heute, wenn auch in einer Caldera versenkt, dennoch als gewaltige kompakte Lavasäule mit seinen Tuffrandgebirgen als Horst hoch über das umgebende Odáđahraun emporragt. Das durchweg jüngere Alter dieser Vulkanspalten ergibt sich klar aus der Tatsache, daß sie die Absenkungsspalten des Massivs sind, auf denen ausschließlich die späteren eruptiven Erscheinungen zutage traten. Dies geschah also erst dann, als das Massiv der Dyngjufjöll nicht nur in seinem Aufbau vollkommen vollendet war, sondern als seine Zerstückelung bereits begonnen hatte, und allem Anschein nach sogar schon sehr weit fortgeschritten war. Es sind die Abbruchsspalten der Dyngjufjöll danach rein lokale Spalten, die beeinflußt durch die N–S-Senkungsrichtung des vulkanischen Gürtels, also erst nach dessen Anlage, im Anschluß an ihn entstanden.

Bei all diesen Betrachtungen drängt sich immer wieder die Frage auf: sind die Spalten dieses ganzen rein vulkanischen Gebietes tektonisch oder vulkanisch?

Es ist dies eine Frage, deren Lösung ich nicht zu geben vermag.

Vielleicht kann sie auf einem ausschließlich vulkanischen Gebiet überhaupt nicht entschieden werden, weil hier ja die Grenze gegen das sedimentäre Gestein fehlt, aus dessen Verhalten und Aufbau gegenüber den vulkanischen Gesteinen wir vielleicht auf die Kräfte, die beide zersplitterten, vergleichend zurückschließen könnten. Sehr richtig sagt Sapper in seiner Arbeit über die Südlandvulkane Islands[1], daß es an sich unwahrscheinlich sei, daß die vulkanische Kraft selbständig eine lange, schmale Linie zur Eruption wählen würde, wenn diese nicht als Schwächelinie vorgezeichnet sei. Aber ist dies nicht nur eine Rückwärtsverlegung der entscheidenden Frage um einen Schritt? Vielleicht hat ältere vulkanische Kraft

[1] Sapper a. a. O.

diese Spalte geschaffen, vielleicht waren es tektonische Vorgänge. Denn man kann doch nicht Spalten deshalb für tektonisch erklären, weil sie keine Vulkane tragen. Wenn ein langer, schmaler Gebirgszug an seinem Fuß von vulkanfreien Spalten begleitet wird, während auf seinen Höhen eine vulkantragende Spalte streicht, oder umgekehrt, wie auch beide Fälle in der Natur vorkommen, — wer möchte hier den Unterschied feststellen zwischen vulkanischen und tektonischen Bruchlinien?

Diese Frage gipfelt für Island nur in der größeren Frage: Ist der rezent-vulkanische Gürtel, der quer durch die Insel zieht und auch untermeerisch noch auf weite Strecken sich fortsetzt, tektonischer oder vulkanischer Anlage? Wir kennen nicht wenige Fälle einer deutlichen Korrelation zwischen Ausbruch und Einbruch, wie wir sie auch in den Dyngjufjöll noch wiederfinden werden, und wie dies auch schon Spethmann erkannt und für diesen Fall beschrieben hat. Ist also etwa der vulkanische Gürtel nach Art mancher Kalderen nur ein Einsturz über einem sich erschöpfenden Magmanest, und sind vielleicht die großen, schalenförmigen Einbrüche der großen Buchten Islands gleichartige Erscheinungen? Vielleicht gölte dies auch für die Zerstückelung der ursprünglich wohl zusammenhängenden, von England über die Färöer nach Island und Grönland sich erstreckenden Basaltplateaus der tertiären Eruptivpanzerung der nördlichen Weltteile? Oder sind alle diese tief eingreifenden Schollenverschiebungen nur auf Gebirgsbildung zurückzuführen? Mir scheint, daß bei der Schaffung solcher großzügiger Linien im Antlitz unserer Erde sich untrennbar Vulkanismus und Tektonik als gleichwertige Elemente die Hand reichen.

Kapitel II.

Das Randgebirge Dyngjufjöll.

Die Lavaterrassen und Höhenverhältnisse der nördlichen Dyngjufjöll. — Das Lavaplateau. — Der ursprüngliche Askjavulkan. — Die postglazialen Verwitterungsverhältnisse. — Gänge in den östlichen Dyngjufjöll. — Die Lavaschollen und Einlagerungen der südöstlichen Dyngjufjöll. — Schlußfolgerungen aus dem Auftreten der intrusiven Einlagerungen. — Zusammenfassung der Resultate über die Natur des ursprünglichen Askjavulkans. — Die südlichen Dyngjufjöll. — Die westlichen Dyngjufjöll. — Die Pässe des Gebirges. — Alter der inneren Abbrüche in den Dyngjufjöll.

Dyngjufjöll (Haufenberge)[1] pflegte man bisher zumeist nur das Gebirge im Norden des Askjakessels zu bezeichnen, während die ihn auf allen anderen Seiten begrenzenden Tuffzüge namenlos blieben. Ich möchte nun hier vorausschicken, daß ich bei der in den folgenden Zeilen notwendigen Benennung auch dieser Bergzüge den Namen Dyngjufjöll auf ihre Gesamtheit ausdehne und also unter diesem Namen das gesamte Randgebirge der Askja verstehe, deren einzelne Teile sich bei den Detailangaben sehr gut nach Himmelsrichtungen näher definieren lassen.

Nähern wir uns nach den im vorigen Kapitel vorausgeschickten allgemeinen Betrachtungen den Dyngjufjöll von Norden her, so fällt sofort der terrassenförmige Aufbau der Nordwand auf. Deutlich treten zwei

[1] Um Wiederholungen in Literaturangaben zu ersparen, gebe ich hier ein Verzeichnis der für die Darstellung wichtigsten Schriften und werde im folgenden Text bei Hinweisen fernerhin stets nur die Namen der Autoren nennen, ohne den Titel ihrer Arbeiten nochmals zu geben, die wie folgt heißen:

H. Erkes, Aus dem unbewohnten Inneren Islands, Ódáđahraun und Askja. Dortmund 1909. (Mit einem vollständigen Literaturverzeichnis über die Askja.)

F. Johnstrup, Indberetning om den af Professor Johnstrup foretagne Undersögelsereise paa Island i Sommeren 1876. Kjöbenhavn 1877.

de Lapparent, Géologie Générale 1906. Paris.

W. G. Lock, Askja, Icelands largest volcano. Charlton 1881.

D. Morgan, Excursion to Askja. August 1881. Proc. geogr. Soc. London 4. 1882. S. 144.

H. Spethmann, Vulkanologische Forschungen im östlichen Zentralisland. N. Jahrb. Stuttgart 1908.

Th. Thoroddsen, Eine Lavawüste im Inneren Islands. Peterm. Mitt. Gotha 1885.

Th. Thoroddsen, Island. Peterm. Mitt. 1905.

W. Watts, Across the Vatna Jökull. London 1876.

Terrassen hervor. Der Fuß des Gebirges liegt auf ungefähr 550 m Höhe. Hier erhebt er sich ziemlich steil aus den rezenten Lavafeldern des Ódađahraun. Etwa 250 m höher liegt eine erste Terrasse, weitere 100 m höher eine zweite besonders scharf ausgeprägte. Die Oberfläche der einzelnen Gebirgsschollen besteht aus einer ungeschrammten, aber nach ihrem Erhaltungszustand offenkundig sehr alten postglazialen Lava. Die Schollen zwischen den Staffelbrüchen sind verschieden stark — jedoch sämtlich gegen außen — geneigt. Am steilsten fällt die unterste unter die Lavaoberfläche des Ódáđahraun hinab. Im Landschaftsbild treten diese Staffeln deutlich schon auf große Entfernung hervor, so daß Lock bei seinem flüchtigen Besuch der Askja die Ansicht äußerte, daß es sich hierbei um die hohen Stirnen gewaltiger aus dem Innern des Vulkans ausstreichender Lavaströme handelte. Für ein einigermaßen geologisch geschultes Auge mußte die Irrtümlichkeit dieser Ansicht sofort auffallen, und ist schon durch das Vorhandensein von Verwerfungsspalten endgültig widerlegt.

Die größte Länge dieser O–W streichenden Gebirgszüge mag zwischen 20 und 25 km liegen. Die Spalten an ihrem Fuße sind — soweit bisher bekannt — vulkanfrei, ebenso die Bruchspalten der nächsten Staffeln. Erst auf der obersten findet sich eine Reihe von Vulkanen, die größtenteils Schlacken auswarfen und teilweise wohlgeformte Schlackenkegel von mehr als 100 m Höhe (nach Lock) gebildet haben. War beim Aufstieg zu den Höhen der Dyngjufjöll bis zur letzten Lavaterrasse der Boden ziemlich eben, abgesehen von dem Chaos kleinerer, durch die Verwitterung aus ihrem Zusammenhang gebrachter Lavastücke, so treffen wir oberhalb derselben sofort auf einen anderen Landschaftscharakter. Wir sind im Bereich der in einzelne Höhen und Höhenzüge zerlegten Tuffgebirgsrücken, deren ursprüngliche Formen durch die hier gewaltig wirkenden Atmosphärilien bereits weitgehend verflacht sind und durch Schutt verdeckt werden. Entsprechend überragen nirgends Berggipfel die Umgebung, vielmehr ist die Kammhöhe eine ungemein einheitliche. Spethmann hat diese Erscheinungen bereits eingehend und sehr hübsch gezeigt und dargelegt, daß es sich hier um ein typisches Schuttgebirge im Sinne Pencks handele.

Schon unterhalb der Höhe des Jonskardes (Jonspaß), der im Westen das Gebirge durchsetzt, zweigt ein breites, muldenförmiges Tal, von etwa 100 m hohen Bergen begrenzt, nach Osten ab, das in gerader Richtung auf weite Strecken aushält. Dasselbe Bild wiederholt sich auf der Höhe des Passes

selbst[1]. Auch von dem Lavaplateau weiter im Osten zweigen die Täler mit O–W-Streichen nach Westen ab. Daraus ergibt sich, daß die hier allein auftretende tektonische O–W-Richtung auch das Tuffgebirge bis zu seinen höchsten Höhen mit ergriffen und in parallele Höhenzüge zerlegt hat. Diese Täler müssen ihrer Anlage nach tektonischer Natur sein, wenngleich nirgends unter dem dichten Schuttmantel eine Spalte oder Verwerfung der Beobachtung zugängig ist, denn die Erosion allein würde gemäß physikalischen Grundsätzen bei gleichartigem Material auf kürzestem Wege nach der Tiefe streben und gerade senkrecht zu den vorhandenen laufende Talsysteme herausmodelliert haben müssen.

Einlagerungen von basaltischen Laven in den Tuffgebirgen dieses Teiles der Dyngjufjöll habe ich nirgends finden können. Jenseits des Jonspasses fällt das Gebirge mit einem Steilabfall gegen die zentrale Versenkung des Askjakessels nach Süden zu ab. Auch hier setzt der Fuß des Gebirges an einer O–W gerichteten Bruchlinie gegen die junge Lava der Askja ab. Gegen Osten schneiden die Höhen der Tuffberge plötzlich an einer etwas gezackten N–S-Linie gegen ein flaches, niedrig gelegenes, schwach gegen Osten geneigtes Basaltplateau ab, dessen Oberfläche, ähnlich den Terrassen des nördlichen Vorlandes, aus einer sehr alten, jedoch postglazialen Lava mit deutlich erhaltenen Fließwülsten besteht. Das Lavaplateau bricht mit 40 m hohen senkrechten Wänden gegen den Kessel der Askja zu ab und läßt uns daher klaren Einblick in seinen Aufbau gewinnen. Es besteht aus einer ganzen Zahl regelmäßig übereinandergelagerter Lavabänke, öfters mit Zwischenlagerungen schwacher rotgebrannter, schlackiger Horizonte.

Die Basaltdecken liegen im allgemeinen horizontal, zeigen dagegen lokal mancherlei Störungen; so weist die Abbruchswand im Süden einzelne schmale basaltische Gänge, unvermittelte steile Schichtaufstellungen und Verwerfungen auf, während das Plateau selbst auf seiner Oberfläche von mancherlei vulkanischen Durchbrüchen jüngsten Alters betroffen wurde, die teilweise schöne Schlackenkrater aufgebaut, teilweise auch nur regellose Schlackenanhäufungen geliefert haben.

Die Eruptionserscheinungen häufen sich gegen das östliche Ende des Plateaus, dessen Abbruchslinie dort von regelrechten Vulkanreihen begleitet

[1] Auch Erkes erwähnt dieses auffallende Tal.

wird, welche einen topographischen allmählichen Übergang zu den Laven des östlichen Ódaðahraun vermitteln und die steile Abbruchswand des Lavaplateaus nirgends zu deutlicher Ausbildung kommen lassen. Diese Kraterreihen streichen N–S, entsprechend der Lage der Abbruchswand und der hier die Ost–West-Bruchlinien des Dyngjufjöllmassivs abschneidenden S–N-Bergzüge, die sich jenseits des Einbruches des Askja Op in der südlichen Verlängerung dieser Kraterreihen befinden.

Hier liegt der Schnittpunkt dieser nord-südlich gelegenen lokalen Vulkanlinien mit der bereits erwähnten großen Vulkanspalte, die von den Herdubreiðarfjöll aus der Richtung der Kolotta Dyngja gegen den Fuß des Massives streicht. Hier erreicht sie auch plötzlich ihr Ende.

Wenden wir uns noch einmal der westlichen Begrenzung des genannten Lavaplateaus zu. Seine N–S-Grenzlinie, mit der es scharf die Höhen der benachbarten Tuffzüge abschneidet, endet an der Einbruchswand des Askjakessels. Dort schneidet sie die Südwand des Plateaus unter annähernd rechtem Winkel. Der Schnittpunkt markiert sich in der Landschaft deutlich als scharfes Eck, das über die untere Begrenzungslinie der nun nach Westen folgenden Tuffzüge hervorspringt, wie die Photographie (Taf. 1, Fig. 1)[1] deutlich erkennen läßt.

Hinter diesem Eck folgt eine schmale, stark mit Schutt angefüllte Schlucht in süd-nördlicher Richtung der Begrenzungsfläche des Lavaplateaus. Ihre Ostwand bildet Basalt, ihre Westwand der Palagonittuff. Hier liegt also eine Verwerfungsspalte vor[2].

Spethmann glaubte nun in diesem Lavaplateau die Reste des ursprünglichen, nun versenkten, Askjavulkans zu sehen und konstruierte dementsprechend in seinen Profilen die erste Phase in der Entwicklung

---

[1] Von den in den Tafeln gegebenen Photographien waren einige bereits der von Frl. I. v. Grumbkow verfaßten und herausgegebenen schönen und interessanten Schilderung der Wege und Erlebnisse unserer gemeinsamen Expedition als Textfiguren beigegeben. I. v. Grumbkow, Isafold, Reisebilder aus Island. Verlag von Dietrich Reimer (E. Vohsen). Berlin 1910. Es sind dies folgende Bilder: Taf. I, Fig. 1 und 2; Taf. II, Fig. 4; Taf. III, Fig. 8; Taf. IV, Fig. 9; Taf. VI, Fig. 10; Taf. VII, Fig. 15 und 16; Taf. VIII, Fig. 18. Durch die gefällige Überlassung der Klischees, von denen einige auch Aufnahmen von Frl. v. Grumbkow darstellen, bin ich der Verfasserin wie auch dem Verlag zu besonderem Danke verpflichtet.

[2] Eine Bestätigung dieser Ansicht erhielt ich durch gefällige private Mitteilung von Herrn Kaufmann H. Erkes aus Köln, der gerade an dieser Stelle einige Tage sein Zeltlager aufgeschlagen hatte.

des Askjavulkans. Er schloß aus dem Bau und der flachen Neigung der Basaltspalte nach Osten, daß sie der übriggebliebene Teil des über der östlichen Hälfte des Askjabeckens einstmals stehenden ältesten Eruptionszentrums des Askjavulkans, und daß dieses ein Schildvulkan gewesen sei. Wenn auch im Prinzip die Schlußfolgerungen Spethmanns von der ursprünglichen Schildvulkannatur dieses Gebirges richtig sind, kann ich mich doch seinen hierfür angeführten Gründen keineswegs anschließen. Zu den diesbezüglichen Resultaten gelangte ich vielmehr durch gänzlich andere Betrachtungen.

Spethmann nennt die im Osten und Westen des Basaltplateaus genannten S–N-Verwerfungsrandspalten nicht; ich muß daher bei ihrer ausschlaggebenden Bedeutung zur Charakteristik des Basaltplateaus annehmen, daß sie ihm unbekannt waren. Aber mit ihnen steht und fällt prinzipiell die ganze Theorie des darauf fußenden zentralen Eruptionspunktes.

Die westliche Begrenzungsfläche des Basaltplateaus ist, wie gesagt, keine gerade Linie, was seinen Grund in dem gegen Norden immer weiteren Vortreten des Tuffgebirges gegen Osten hat. Dadurch erhält man unmittelbar den Eindruck, daß des Basaltplateau in diese Berge gewissermaßen eingebettet ist, während die Bergketten dasselbe kulissenartig begrenzen. Dieser Eindruck wird durch das genannte Profil der westlichen Begrenzungsschlucht, die einer unbestreitbaren Verwerfungslinie folgt, zur Sicherheit. Es hat also tatsächlich eine Absenkung des Basaltplateaus entlang dieser Bruchlinie stattgefunden. Somit ist das Basaltplateau nicht mehr in seiner ursprünglichen Lage, kann also auch nicht der stehengebliebene Rest eines alten Vulkans sein, dessen Eruptionszentrum man aus seiner Lage rekonstruieren könnte. Das von Spethmann mitgeteilte flache Einfallen nach Osten findet auch auf dieser Basis seine Erklärung. Während dem ost-westlichen Absinken der Basaltscholle das im Westen in höherem Niveau stehengebliebene Tuffgebirge Widerstände entgegensetzte, die ein Absinken der Scholle hemmen mußten, fand sie diese Widerstände im Osten nicht und neigte sich daher rascher in dieser Richtung gegen das flache Lavafeld des Ódaðahraun, wodurch ihr leichtes Einfallen in dieser Richtung erklärt ist.

Die Lage der ursprünglichen Eruptionsstelle des Askjavulkans war also wesentlich höher, als sich nach der Höhenlage des heutigen Basaltplateaus schließen läßt.

Dafür sprechen auch die weit über dem Niveau des Basaltplateaus gelegenen Lavaeinlagerungen im Tuff der Süd- und Ostwände der Askja, wie wir noch sehen werden. Denkt man sich ferner die Lavabänke der Terrassen des Nordabhanges in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzt, so wird man auch ihre Quelle in der Askja suchen müssen, denn es ist nicht anzunehmen, daß diese so nahe dem gewaltigen Eruptionszentrum gelegenen Laven aus anderen Vulkanen stammen sollten. Durch die völlige Gleichartigkeit der Laven des Abhangs und des Basaltplateaus wird diese Annahme nur gestützt.

Diese Gründe lassen in ihrer Gemeinschaft darauf schließen, daß die Eruptionsstelle an irgendeiner Stelle in der Luft über dem heutigen Askjakessel gelegen habe, die höher gelegen sein muß als das umgebende Tuffrandgebirge.

Betrachten wir somit das Plateau als einen Rest des ursprünglichen Askjavulkans, so zeigt uns seine Oberfläche ein Stück der ursprünglichen Oberfläche desselben, sein Profil jedoch beweist uns die auf mindestens 40 m Mächtigkeit unmittelbar meßbare Dicke dieser Laven am Rande des Askjakessels. Daraus ergibt sich als notwendiger Schluß, daß der Kulminationspunkt der ursprünglichen Eruptionsstelle mindestens 40 m über der Höhe der heutigen Tuffgebirgskämme lag.

Diese Betrachtungen weisen unzweideutig darauf hin, daß der rekonstruierte älteste Eruptionspunkt über irgendeiner zunächst nicht näher zu bestimmenden Stelle des Askja gelegen haben muß. Das genannte Basaltplateau ist aber nun nicht nur nach Osten, sondern auch nach Süden geneigt. Dies zeigt klar die Entwässerung des Plateaus (vgl. die Kartenskizze von Erkes). Der über die südliche Bruchwand herabstürzende Wasserfall wird von Wasseradern gespeist, die quer über das Plateau fließen, also im allgemeinen nord-südlichen Lauf haben. Da aber der Wasserfall sich noch fast gar nicht zurückgeschnitten hat, da ferner auch die Wasseradern keine tiefliegenden Betten haben, und das ganze Plateau eine primäre, also nicht etwa eine denudierte Oberfläche darstellt, so muß auch die Entwässerung eine primär angelegte sein, d. h. es muß sich hier um konsequente Flußläufe handeln, nicht um subsequente oder dergleichen, die etwa durch die größere Nähe der südlichen Erosionsbasis oder durch Härteverschiedenheiten des Gesteins aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt wären. Folglich steigt das Plateau, da bekanntlich das fließende Wasser auch auf die geringsten Bodenerhebungen und -senkungen reagiert, nach Norden an. Nach

Spethmanns Auffassung wäre daher das Eruptionszentrum des ursprünglichen Askjavulkans unbedingt im Norden der Dyngjufjöll, außerhalb derselben, zu suchen, aber nicht über der zentral im Süden gelegenen Askja selbst, da ja sonst das Magma nach außen hätte bergaufwärts fließen müssen.

Damit fällt natürlich auch von selbst die Behauptung, daß die Eruptionsstelle über der östlichen Hälfte des Askjakessels lag, was völlig unbeweisbar und sogar sehr unwahrscheinlich ist, wenn sie einem Schildvulkan angehörte, da deren Eruptionspunkte naturgemäß stets ziemlich genau zentral liegen.

Die Schildvulkannatur des ursprünglichen Askjavulkans ergab sich mir vielmehr hauptsächlich aus Analogiebeweisen. Da sich die Askja, wie ich im ersten Kapitel zu zeigen versuchte, in jeder Beziehung tektonischen Bewegungen gegenüber gänzlich analog den Tafelbergen des Nordlandes verhielt, ist auch anzunehmen, daß ein gleichartiger Aufbau die Ursache dieses Verhaltens ist. Für die Tafelberge ließ es sich ohne weiteres nachweisen, daß sie Schildvulkanzentren darstellen, für die Askja ist durch die noch zu besprechende Versenkung und wiederholte Lavaüberdeckung ihrer zentralen Partieen sowie durch ihre Größenverhältnisse, welche weitergehende Zerstörung der randlichen Abbruchszonen und damit Herausmodellierung der Tuffgebirge bedingte, dieser Nachweis sehr erschwert.

Ein weiteres Moment spricht für die Deutung des Askjavulkans als Schildvulkan: zweifellos haben aus diesem Vulkan Masseneruptionen stattgefunden, denn die Südwand des Plateaus zeigt ein 40 m mächtiges Lavaprofil und die Nordwand der Knebelkaldera in tieferem Niveau nochmals 60 m gleichartiger Lavabänke, die vollkommen den charakteristischen Habitus der Schildvulkanlavabänke zeigen. In der bereits zitierten früheren Arbeit habe ich dargelegt, daß die isländischen Masseneruptionen entweder auf Spalten oder in spaltenlosen Vulkanschloten als Schildvulkane zutage treten. Daß der Dyngjufjöllvulkan keiner Spalteneruption seine Entstehung verdankt, dafür spricht vor allem das tatsächliche Fehlen einer hierfür in Betracht kommenden Spalte an der Oberfläche; ferner die Verteilung und Neigung der Laven und die äußere Form des Askjakessels wie der Dyngjufjöll.

Alle diese Punkte lassen sich unter der Annahme der Schildvulkannatur dieses Horstgebirges in natürlicher Weise nach dem Beispiele kleinerer

und daher einfacherer Horste erklären. Für die Beurteilung dieser Frage ist auch die Betrachtung der Gänge in den Randgebirgen von großer Wichtigkeit: Schildvulkane bauen sich bekanntlich über Lavaschloten auf, nicht über Gängen, da sie von Spalten unabhängige Gebilde sind[1]. War die Askja ein Schildvulkan, so lag notwendig ihr Eruptionszentrum in der Mitte. Gibt es nun einen zentralen Punkt in der Askja, in dem die Gänge der Dyngjufjöll sich schneiden? Wenn es einen solchen Punkt gäbe, wäre, besonders wenn sich ein höheres Alter solcher Spalten nachweisen ließe, die Schildvulkannatur des einstigen Askjavulkans sehr in Frage gestellt; tatsächlich scheint es, nach den bisherigen Beobachtungen zu urteilen, einen solchen Punkt nicht zu geben. Bedeutendere Gangsysteme habe ich überhaupt nur auf den östlichen, N–S streichenden Dyngjufjöll finden können; diese streichen ebenfalls N–S und sind infolge der größeren Resistenz ihres Materials offenbar für die Bildung der heutigen Oberflächengestaltung ausschlaggebend gewesen. Mir sind zwei parallele Gangzüge von dort bekannt, die stets die Kammlinie des Zuges bilden und flache muldenförmige Täler zwischen sich einschließen. Diese Gänge waren eruptiver Natur, denn vielfach bringen sie fast unveränderte Einschlüsse einer an der Oberfläche unbekannten Lava empor, die infolgedessen aus der tieferen Unterlage des Gebirges stammen muß. Welche Massen auf diesen Gangspalten empordrangen, wo ihre Lavadecken erstarrten und heutigentags liegen, ist nirgends zu sehen. Sie müssen bei der Versenkung des Landes in Trümmer gegangen und völlig unter den rezenten Lavaergüssen begraben worden sein.

Es sei mir hier gestattet, einige allgemeine Bemerkungen über die Zerstörung der Gesteine auf dem isländischen Hochlande einzufügen, da das von mir angenommene Maß der Größe und Bedeutung dieser Zerstörung bei der Jugendlichkeit der Gegend und dem geringen Betrag der erodierenden Tätigkeit des Wassers leicht als Überschätzung gedeutet und die daraus gezogenen Schlüsse als unrichtig bezeichnet werden könnten, wenn ich nicht die besonderen Verhältnisse einer kurzen Besprechung unterziehe.

Es sind scharf zweierlei Vorgänge zu trennen:

1. Die Zerstörung durch Wind, Regen, Schnee, Frost und Temperaturwechsel;

2. die Zerstörung durch tektonische und vulkanologische Vorgänge.

---

[1] H. Reck, Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane. Zentralbl. f. Min. usw. 1910. Nr. 6.

Ad 1: In diesem oberflächlich so gut wie abflußlosen Gebiet kommt das erodierende Moment des fließenden Wassers und des Eises fast gänzlich in Wegfall. Wie rasch jedoch in den gegebenen einzelnen Fällen die Erosion die Palagonitfelsen durchschneidet, zeigt am schönsten der einzige kleine mir bekannte Bach, der in mächtigen Kaskaden über die frischen Bruchränder zu der 1875 entstandenen Knebelkaldera herabfällt und der nicht älter als diese sein kann[1] (Taf. V, Fig. 12). Doch dies ist ein seltener Einzelfall, der für die Gestaltung des allgemeinen Reliefs bedeutungslos bleibt.

Gewaltig dagegen ist die Wirkung des oft mit feinem, hartem, vulkanischem Glasstaub beladenen Windes, meist in Vereinigung mit Spaltenfrost oder rasch und stark wechselnden Temperaturen. Die wild zackigen Kämme der erst jüngst ihrer letzten Lavadecken beraubten Tuffgebirgszüge legen hiervon ebenso beredtes Zeugnis ab wie diejenigen, welche trotz ihres relativ jugendlichen Alters zu flachen Hügeln umgeformt, tief in ihrem eigenen Verwitterungsschutt liegen. Wie rasch aus frischen, scharfkantigen Abbruchsschollen und -blöcken die bizarren Formen der Winderosion herausmodelliert werden können, zeigt das auf der beigegebenen Figur dargestellte Bild, das eine ebenfalls erst seit 1875 abgestürzte Scholle am Knebelsee repräsentiert (Taf. I, Fig. 3).

Diese Beispiele betrafen den verhältnismäßig weichen Palagonittuff. Bei der relativ kurzen Zeit, die den Atmosphärilien zur Verrichtung ihres Zerstörungswerkes gegeben war, fällt die Größe der geleisteten Arbeit auf. Anders steht es bei ebenen, ungestörten Lavaflächen. Auf ihnen sind nur geringe Spuren der Verwitterung zu entdecken, so gering, daß an geschützteren Stellen noch die Schrammungen der letzten Eiszeit, sehr häufig die Fließstrukturen auch der ältesten uns bekannten postglazialen Laven erhalten blieben, während an exponierten Punkten sich eine von kantigen Lavabruchstücken bedeckte Oberfläche einstellte. In keinem mir bekannten Fall konnte die Verwitterung allein bis heute auch nur die oberste Lavaschicht vollständig entfernen; vornehmlich wohl auch deshalb, weil die Transportkraft des Wassers für Weiterbeförderung der entstandenen Schuttmassen völlig fehlt und diese selbst auf diese Weise ihre massige Unterlage vor weiterer Zerstörung schützen. Als typisches Beispiel hierfür sind die Tafelberge zu nennen. Zu größerer Wirkung bedurfte hier

[1] Über die Knebelkaldera, ihr Alter usw. Vgl. Kap. IV.

die atmosphärische Verwitterung einer gewaltigeren, rascher arbeitenden Hilfskraft.

Ad 2: Diese Hilfskraft ist in inniger Verbindung Tektonik und Vulkanismus. Als die Landoberfläche der älteren Postglazialzeit gegen die Horste des heutigen Hochlandes in die Tiefe sank, wurden die überlastenden Lavadecken mit Gewalt zerbrochen. Zu diesen nun von Spalten zerrissenen Lavaschollen fanden die Atmosphärilien viel leichteren Zutritt, ganz besonders da, wo tektonische Verschiebungen die Tuffunterlage bloßgelegt hatten, so daß durch deren raschere Verwitterung der Lava der Untergrund entzogen werden konnte.

Auf diese Weise mußte es zu gewaltigen Blockansammlungen am Fuße der Tuffgebirge kommen. Finden wir nun auch für die Richtigkeit dieser Anschauungen zahlreiche Beispiele — ich möchte nur den Blockwall am Fuße der noch teilweise von einigen gestörten Lavabänken bedeckten Herdubreiðartögl erwähnen, ferner die Schuttmassen der Bruchwände der Herdubreið und eine große, steil aufgerichtete Lavascholle, die sich an die Südwand derselben anlegt, des weiteren in der Askja die Blockmassen am Fuße der südlichen Außenwand der Dyngjufjöll, und endlich die erst nach dem Jahre 1875 angesammelten Blockanhäufungen, die am Rande der Knebelkaldera von nur zwei oder drei mächtigen schichtartigen Lava- und Obsidianlagen herstammen —, so ist doch das häufige vollständige Fehlen oder das geringe Quantum solcher Blockansammlungen mancherorts für den ersten Augenblick sehr auffallend. Solche umsäumenden Blockmeere erscheinen in häufigster Verbindung mit den jugendlichen Formen frischzackiger Tuffgebirgsketten, während wir sie bei den reiferen oft vermissen; hier findet sich vielmehr ein gleichartiger, meist feinerer Verwitterungsschutt, der bei flachem Böschungswinkel bis fast zu den Höhen emporzieht. Bei solchen Gebirgen mögen die großblockigen Produkte der ersten Verwitterungsphasen weiter zerkleinert oder verschüttet sein, aber auch die Erklärung ihres Fehlens oder Zurücktretens bei jungen Bergzügen ist nicht schwer, wenn man einen wichtigen Faktor in der Gestaltung der heutigen Oberfläche Islands im Auge behält — die rezenten, großzügigen Lavaüberschüttungen des Landes, die notwendig das Niveau der von ihnen heimgesuchten Gegenden erhöhten und Gesteinsansammlungen am einstigen Fuße des Gebirges unter sich begruben. Unter diesen Gesichtspunkten ist es leicht erklärlich, warum wir solche Blockmeere am Nordabhang der von staffelförmig abgesunkenen

Lavaplatten gebildeten Dyngjufjöll vermissen; warum wir auch keine von dem von jüngsten Lavaergüssen überfluteten östlichen Fuß des aus Palagonit bestehenden, von Laven durchsetzten Grenzgebirges finden; warum aber anderseits die erst 1875 erschütterten und tief beeinflußten äußeren Süd- und Südostgehänge der Dyngjufjöll, an deren Fuß sich nur bereits etwas ältere Laven finden, gewaltige Blockmeere erzeugt haben.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen kehre ich zu den Gängen der östlichen Dyngjufjöll zurück. Außer den bereits erwähnten treten noch die Durchschnitte einiger unbedeutender Gänge an der Bruchzone von 1875 zutage, einen kleinen habe ich auch an der südlichen Bruchwand des beschriebenen Lavaplateaus entdeckt. Leider konnte ich aus Mangel an Zeit diesen Gangerscheinungen nicht weiter nachgehen, doch schienen sie mir nirgends weitergehende Bedeutung für den Aufbau der Askja zu gewinnen, außer etwa an der einen erwähnten Stelle in den östlichen Dyngjufjöll. Die dort von mir gefundenen Gänge haben aber ein nord-südliches Streichen, welches genau mit den Bruchrändern des Gebirges parallel geht. Dies läßt auf eine gegenseitige Abhängigkeit schließen.

Sind nun diese Gänge mit der Annahme des ursprünglichen Askjaschildvulkans vereinbar? Diese Frage muß unbedingt bejaht werden; denn schon durch ihre Richtung und Lage beweisen sie eine gewisse Zugehörigkeit oder doch Abhängigkeit von den erst nach der vollkommenen Ausbildung des Zentralmassivs entstandenen Absenkungssprüngen in nord-südlicher und ost-westlicher Richtung. Jedenfalls kommt aber diesen Gängen noch ein relativ hohes Alter zu, denn sie werden bereits von dem Ausläufer des Askjaeinbruches — dem Askja Op — abgeschnitten. Ursprünglich mögen diese Gänge wohl Risse gewesen sein, auf denen Spalteneruptionen ihren Ausweg gesucht und gefunden hatten, welche so die nachträgliche Füllung und Verkittung dieser Spalten bewirkt haben.

Diese Art der Erklärung ist durchaus keine rein theoretische Annahme, vielmehr stützt sie sich auf die Analogie der anderen, ebenfalls durch nachträgliche Eruptionen gangartig ausgefüllten Abbruchsspalten des Massivs, sowie auch auf die Ähnlichkeit eines in unmittelbarster Nachbarschaft der Dyngjufjöll beobachteten Beispieles.

Die untere Hälfte der Gehänge des jungen Schildvulkans Kolotta Dyngja wird von einer klaffenden Vulkanspalte durchzogen, die von den Herdubreiðarfjöll herabzieht und sich diesseits der Kolotta in den Dyngjutindar

fortsetzt. Die Spalte weist fast in ihrer ganzen Länge Spuren starker eruptiver Tätigkeit auf und ist sehr jung. Im Bereiche der Herdubreidarfjöll wie auch auf der Strecke, die Thoroddsen mit dem Namen Dyngjutindar belegt hat, trägt sie zahlreiche Eruptionsschlackenkegel; solange die Spalte im Bereiche des Lavaschildes selbst war, kam es jedoch nicht zur Kraterbildung, sondern nur an einzelnen wenigen Stellen zum Auswurf geringen, regellos angeordneten Schlackenmaterials. Dafür ist es hier am deutlichsten zu sehen, daß die Spaltenränder lokale Verschiedenheiten in der Höhe ihrer Ränder aufweisen und damit zu einer richtigen Verwerfungsspalte überleiten. Ich habe schon im ersten Kapitel darauf verwiesen, daß es mir nicht unwahrscheinlich erscheint, daß hier bei dem noch weiter arbeitenden Prozeß des Absinkens des Geländes die Anfangsstadien für die Herausmodellierung eines neuen Schildvulkanhorstes vorliegen. Denken wir uns diesen Prozeß beendet und das Innere des Berges kalderaartig gesenkt, nehmen wir ferner die zerstückelten Lavadecken der Bruchzone hinweg, so wird sich uns genau das Bild bieten, das uns heute der — sekundär vulkanisch gesenkte — Horst Askja im Verhältnis zu seinen Randgebirgen und in diesem Fall speziell zu seinem östlichen Randgebirge mit seinen Gängen zeigt.

Gehen wir in der Betrachtung des Randgebirges Dyngjufjöll weiter, so werden wir noch einen anderen Anhaltspunkt über die ursprüngliche Natur des Askjavulkans gewinnen können. Zunächst treten im Süden der beschriebenen Gangsysteme zahlreiche frische Bruchwände auf, die der Eruption von 1875 ihre Entstehung verdanken. Mit den an diesen Bruchwänden stattgefundenen Absenkungen schneidet der Einbruch der Knebelkaldera tief in das Gebirge hinein, dessen Breite auf diese Weise etwa die Hälfte seines ursprünglichen Ausmaßes verliert. Entsprechend sind die Böschungswinkel des Gebirges nach innen stets sehr steil, oft 90° erreichend, d. h. senkrechte Wände bildend, während der Abfall nach außen wie weiter im Norden ein mäßiger ist, und vielfach von altem Verwitterungsschutt bedeckte Halden bildet.

Am südlichen Ende der östlichen Dyngjufjöll erfolgt bei gleicher Geländeform in kurzem, scharfem Bogen, der von zahlreichen Brüchen und kleinen Verwerfungen sowie auch einzelnen unbedeutenden Gängen durchsetzt ist, ein scharfes Umbiegen um 90°; damit betreten wir die südlichen Dyngjufjöll.

Diese erstrecken sich als Ganzes betrachtet in gerader Richtung, die nur ab und zu von kleineren Tuffvorsprüngen unterbrochen wird, etwa 20 km nach Westen. Zunächst bieten sie in ihren östlichen Teilen das gleiche Bild wie die südlichen Teile des Ostgebirges, da die gleiche Ursache, der Einbruch der Knebelkaldera 1875, ihr heutiges Relief geschaffen hatte (Taf. II, Fig. 4 und Taf. IV, Fig. 9). Wenn nun auch der nördliche Steilabbruch der südlichen Dyngjufjöll durch seine steile Böschung im Verein mit dem bröckligen losen Material, das ihn zusammensetzt, absolut unzugänglich ist, so kann man ihn doch vom See aus in mäßiger Entfernung in bester Weise überblicken. Zu einem solchen Überblick eignet er sich sogar weit besser, als die durch zahlreiche Abbrüche in Schollen zerlegten und ihrer Einheitlichkeit beraubten Ostwände. Auf den Einbruch selbst werde ich noch in einem späteren Kapitel zurückzukommen haben; hier genügt es, die Bruchwand selbst nach ihrer Zusammensetzung einer kurzen Prüfung zu unterziehen. Es sei hier vorweg bemerkt, daß die im folgenden beschriebenen Erscheinungen sich nicht nur auf die Südwand beschränken, sondern auch in den östlichen frischen Bruchflächen wiederkehren. Während sie jedoch an der Südwand leichter im Überblick betrachtet werden können, eignet sich der Osten wegen seiner leichteren Zugänglichkeit mehr für eine detaillierte Untersuchung. Die Bruchwände sind vielfach nicht ganz homogen, obgleich bei weitem der größte Teil ihres Gesteins aus Palagonit besteht; es zeigt nämlich der Palagonit besonders in seinen oberen und obersten Teilen Einlagerungen von Laven.

Diese Einlagerungen sind höchst merkwürdig; sie haben schicht- oder bankartiges Aussehen, und man ist leicht versucht, sie auf größere Entfernung als Lavaströme zu deuten, die auf einer früheren Landoberfläche geflossen waren und später wieder von Tuffen überlagert wurden. Dagegen spricht aber einmal das Fehlen oder Zurücktreten der gewöhnlich stark aufgelockerten Lavapartieen an der oberen und unteren Begrenzungsfläche eines Stromes, wie sie in Gestalt des Schlackensackes der modernen Lavaströme zu erwarten wären, dann aber auch die sehr mangelhafte Ausbildung von Fließstrukturen an der Oberfläche; doch ließe sich gegen dieses Fehlen der Grund anführen, daß es sich in allen diesen Fällen — was schon wegen ihrer großen Zahl unwahrscheinlich ist — um eine ruhig geflossene Plattenlava handele. Die Südwand ist in ihren obersten Höhen außerordentlich reich an solchen schichtartigen Einlagerungen, deren Auskeilen

jedoch — mit Ausnahme der am Rande des Einbruchsfeldes gelegenen — stets an beiden Seiten des schmalen Höhenzuges beobachtet werden kann. Dadurch erinnern diese Laven an sehr flache breite Linsen, ohne jedoch in ihren mittleren Partien den bauchigen Charakter echter Linsen anzunehmen.

Um volle Klarheit über die Art dieser Einlagerungen zu gewinnen, untersuchte ich einige der bedeutendsten der von der Ostwand des Gebirges angeschnittenen Lavabänke eingehender, da diese nicht so unzugänglich waren wie die im Süden des Sees gelegenen. Möglicherweise hatten jedoch gerade bei der Entstehung dieser Lagen besondere, von dem gewöhnlichen Typ solcher Einlagerungen etwas abweichende Verhältnisse geherrscht, wie die abweichende Struktur des Materials, die sogleich noch angegeben werden wird, anzudeuten scheint. Doch war dies die einzige Stelle, von der ich unmittelbar bis an das Schnittprofil eines solchen größeren Lagerganges herandringen konnte. Dabei zeigte es sich, daß der durch Einschlüsse eine Art grobe Bänderung aufweisende Tuff in unmittelbarer Nachbarschaft der Lava leichte Verbiegungen dieser Bänder aufwies, die jedoch stets nur lokal an den Stellen der Intrusion der Lava auftraten, während die Bänder sonst ihren geraden Lauf beibehielten. Durch diese Verbiegungen stellen sich diese stets ziemlich horizontalen oder ab und zu nur ganz schwach gebogenen oder geneigten Lavabänke als unzweifelhafte nachträgliche Intrusionen dar. Sie bieten so ein vollständig analoges Bild zu den Erscheinungen, die durch das Eindringen von Massengesteinen zwischen Sedimentgesteine in Form von Lakkolithen bzw. Lagergängen hervorgerufen werden.

Damit erklärte sich mir auch die mir schon vom ersten Tag meines Aufenthaltes in der Askja an auffällige Rotfärbung des Tuffes in der allseitigen Umgebung mancher solcher Lavabänke im Tuff der Südwand, die ich wegen der Unzugänglichkeit dieser Stellen nicht näher untersuchen konnte. Sie ist mit dem Zeißglas vom See aus deutlich zu beobachten und stellt die Verbrennung des Palagonits an der Kontaktstelle mit intrusiver Basaltlava dar.

In dem vorher erwähnten Falle lag wohl die oberste mächtige Lavabank trotz ihres wahrscheinlich ebenfalls intrusiven Charakters vor 1875 an der Oberfläche. Denn über ihr folgen feine vulkanische Sande und der Bimsstein des damaligen Ausbruches in einer mehrere Meter mächtigen Schicht. Dieser Fall ist außerordentlich häufig und erklärt sich leicht dadurch, daß der zutage tretende Tuff sehr rasch der Verwitterung anheim-

fällt, während jede intrusive plattenartige Lavafläche, die bei diesem Prozeß freigelegt wird, einen spontanen praktischen Stillstand der Abtragung bewirkt. Die unmittelbar unter ihr folgenden flachen Lavalinsen lassen auch heute noch ihren intrusiven Charakter durch die Art ihrer Einbettung in den Palagonit unmittelbar erkennen.

Hier unterzog ich auch das intrusive Material einer etwas näheren Untersuchung, das in den Blockwällen am Fuße der Abbruchsstelle in frischen Stücken zahlreich vorhanden ist. Die Lava hat ein sehr merkwürdiges Aussehen und scheint auch insofern ein eigenartiges, von den übrigen Intrusionen abweichendes Verhalten gezeigt zu haben, als hier meines Wissens die einzige Stelle in der Askja ist, an der ein schöner, schwarzer, reiner Obsidian ansteht. Der Obsidian bildet an der Basis der Intrusion eine bis zu 30 cm mächtig werdende Schicht, an deren unterer Fläche kleine Stücke des benachbarten Tuffes fest angebrannt sind. Der Obsidian enthält auch zahlreiche Einschlüsse einer mir sonst aus der Askja nicht bekannten Lava mit großen weißen Einsprenglingen, die höchstens Ähnlichkeit mit einigen Einschlüssen der schon genannten N–S streichenden alten Eruptivgänge der östlichen Dyngjufjöll aufweisen. Die Stücke sind meist klein, etwa nußgroß, aber kantig, und kontakt metamorph wenig oder gar nicht verändert. Über den Obsidian geht die Intrusion in eine sehr gasreiche mächtige Bank vielfach braunrot gefärbter Lava über. Diese Lava bekundet ganz besonders durch ihr eigenartiges Aussehen ihre für größere Lavabänke ziemlich ungewöhnliche Entstehungsart als Intrusion, insofern als die durch die ganze Masse verteilten Gasbläschen sich rasch in größeren Partien sammelten, diese aber nicht nach oben entweichen konnten; so bildeten sich große linsenförmige Gasblasen in dem unterirdischen Lavastrom, die in der horizontalen Fließrichtung sehr lang gestreckt sind, aber stets sehr dünn bleiben, d. h. die Gase fanden nach oben keinen Ausweg, wurden vielmehr durch Druck von oben und unten komprimiert. Nur auf diese Weise läßt sich meiner Meinung nach die eigentümliche und sofort auffallende Struktur der ganzen Lavamasse mit ihren zahllosen bis zu 10 cm langen und meist in vertikaler Richtung wenig mächtigen, vollkommen verdrückt aussehenden Gasblasen erklären.

Solche Lavaeinlagerungen sind, wie gesagt, in diesem Teile der Dyngjufjöll ganz besonders häufig. Möglicherweise sind sie auch in anderen Teilen des Gebirges häufig, aber jedenfalls sind sie dort der Beobachtung durch

den Verwitterungsschutt vielfach entzogen. Zwei Momente sind bei ihrem Auftreten charakteristisch.

1. Sie bilden vielfach heute noch die Oberfläche des Gebirges, wofür ich meine Erklärung bereits gegeben habe. Ganz besonders häufig tritt uns dieser Fall im äußeren, also älteren Abhang der südlichen Dyngjufjöll vor Augen. Während am jungen übersteilen Innenhang senkrechte Anschnitte dieser Laven zutage liegen, sind am äußeren Hang mit dem Absinken der Umgebung auch diese Lavaschichten abgebrochen und bedecken als mehr oder weniger steil nach abwärts geneigte Schollen den Außenhang. Bei meinem Klettern unterhalb der Höhe dieses Hanges bereiteten sie dem Vorwärtskommen oft beträchtliche Schwierigkeiten.

2. Sie sind fast ausschließlich auf die oberen Teile des Gebirges beschränkt — mit Ausnahme der Fälle natürlich, in denen sie durch sekundäre Verschiebungen in ein tieferes Niveau versenkt wurden. Diese Höhenlage ist besonders auffällig und läßt — da es Intrusionen sind — keinen Zweifel darüber, daß mindestens in gleicher Höhe einst ein Vulkan gestanden haben muß, von dem diese Intrusionen ausgegangen sind.

Wir kommen damit abermals zu dem gleichen Schluß, den wir schon früher aus anderen Beobachtungen gezogen haben.

Diese Intrusionen sind nun noch geeignet, uns einen Fingerzeig über die Art des Vulkans zu geben, der sie geschaffen hat; und zwar wieder durch Vergleich mit anderen Vorkommnissen außerhalb der Askja.

Ein vortreffliches Vergleichsobjekt ist mir in der Südwand der Herdubreiđ bekannt. Genau wie hier wird dort das einförmige Braun der Palagonitwand nur wenig unterhalb des Beginns der extrusiven Lavadecken von einer Reihe schwarzer Basalteinlagerungen unterbrochen, die in Form und Aussehen genau den in den Dyngjufjöll beschriebenen gleichen. Diese Einlagerungen sind an der Herdubreiđ in unmittelbarster Nachbarschaft des Vulkanschlotes (Entfernung vom Krater zum Plateaurand etwa 1 km) angeschnitten, so daß über deren Herkunft kein Zweifel herrschen kann.

Diese Intrusionen sind auch geeignet, einiges Licht auf die Frage der Entstehung und ersten Betätigung der Schildvulkane im allgemeinen zu werfen. Die Intrusionen können nur erfolgt sein, entweder bevor das Magma zum erstenmal die Oberfläche erreichte, oder nachdem der Vulkan seinen

Aufbau bereits begonnen hatte. Besonders wäre für die letztere Annahme die Zeit in Betracht zu ziehen, in der der Vulkan mehr oder minder in seinem Aufbau bereits fertiggestellt war, weil dann der größte Druck der über den Intrusionslagen stehenden Lavasäule herrschte, der hauptsächlich bei einem nach oben geöffneten Vulkanschlot als aktiv wirksame Kraft in Betracht kommt. Betrachten wir jedoch zum Vergleich andere Vulkane, so werden wir finden, daß selbst lose gebaute Stratovulkane ein Vielfaches der Höhe des Herdubreiđvulkans erreicht hatten, ehe der Seitendruck des Magmas genügte, seitliche Injektionen zu bilden. So steht der Vesuv noch durchaus im Alter der Gipfeleruptionen, wenn auch die ersten parasitischen Krater sich an seinen Außenwänden bilden. Erst für den 3330 m hohen Ätna scheint die Zeit der Gipfeleruptionen vorbei zu sein, während die festgebauten Lavavulkane von Hawai ihre Laven bis zu Höhen von fast 9000 m aus Gipfelkraterergüssen aufgebaut haben und erst in jüngster Zeit die Erscheinungen und Folgen von Flankeneruptionen, wie sie sich in Unregelmäßigkeiten der äußeren Form der Berge kennzeichnen, aufweisen. Und dies sind alles noch Injektionen des Eruptivkegels selbst, aber nicht horizontale Injektionen zwischen die Schichtfugen des Untergrundes. Herdubreiđ als Vulkan dagegen ist nur etwa 500—600 m hoch aus soliden Lavalagen aufgebaut, was die oben erwähnte Annahme über die Bildung der Intrusionen nach der Bildung seines Eruptionszentrums für sie, wie auch für die anderen ähnlichen Schildvulkanzentren Islands, wenigstens für die weitaus überwiegende Mehrzahl von Fällen als sehr unwahrscheinlich erscheinen läßt, bzw. sie überflüssig macht.

Folglich greife ich zu ihrer Erklärung auf die erste Annahme zurück, daß es sich um Intrusionen handele, die vor dem Durchdringen des Magmas zur Oberfläche gebildet wurden. Die Bildung geschah offenbar deshalb erst unmittelbar unter dem heutigen Massiv des Vulkans, also nur wenig unter der einstigen Oberfläche des Landes, weil erst in dieser Höhe das langsam aufwärtsdrängende Magma die Kraft hatte, feine seitlich ihm begegnende Schichtfugen auseinanderzudrängen und durch die eigene Lava um so fester zu verschließen. Diese Art der Intrusionen bildet eine starke Stütze für die Ansicht von der Bildung der Schildvulkane durch einen ohne Spalte langsam aufdringenden und sich durch das Gestein hindurchschmelzenden Lavapfropfen, der schließlich ohne heftige Explosion die Oberfläche erreicht und von diesem zentralen, sich selbst durch spä-

tere Ergüsse erhöhenden Rohr aus den Aufbau des Vulkanberges durchführt[1].

Die Theorie der Durchschmelzung der Erdkruste durch die nach Befreiung strebenden Gase des Schmelzflusses wird bekanntlich von Sueß vertreten. Seine Ansicht kann durch diese Beobachtungen nur gestützt werden, und damit vielleicht auch Brancas Wort der Verwirklichung einen Schritt näher gebracht werden, der in der Aufschmelztheorie einen Weg sieht, den herrschenden Streit über das Vorhandensein und die Bedeutung der vulkanischen Spalte friedlich zu schlichten[2].

Diese vergleichenden Betrachtungen über Intrusionen unter Schildvulkanen und die völlig gleichartigen Intrusionen der Askja sind demnach auch nur geeignet, einen ursprünglichen Schildvulkan über der Askja vermuten zu lassen. Sie führen uns aber dann auch zu dem ebenfalls schon einmal gezogenen Schluß, daß dieser Askjavulkan seinen Gipfel noch eine beträchtliche Anzahl von Metern über der heutigen Höhe der höchsten Randgebirge gehabt haben muß.

Fassen wir kurz die Ergebnisse zusammen, die sich bei der bisherigen Wanderung um das Grenzgebirge der Askja aus Beobachtungen und Vergleichen bezüglich des ursprünglichen Zustandes des einstigen Askjavulkans ergeben haben, so kommen wir zu dem Resultat, daß die Spalten und Gangsysteme der Dyngjufjöll in Abhängigkeit von den Abwärtsbewegungen der Umgebung gegen den festen Horst des selbständigen und von keiner nachweisbaren Spalte abhängigen zentralen Askjavulkans entstanden sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach war dieser zentrale Vulkan ein Vulkan vom Typus der Schildvulkane, dessen Eruptionszentrum daher in zentraler Lage, höher als die heutigen Höhen der Tuffrandgebirge, über dem Askjakessel lag.

Kehren wir nun zu den südlichen Dyngjufjöll zurück. Ihr äußeres Gehänge ist in den östlichen Teilen sehr steil, während die westlichen

---

[1] Ursprünglich war ich bereits durch den Mangel explosiven Materials an der Basis der mir bekannten Schildvulkane zu dieser selben Ansicht gekommen. Hierin beruht ein Gegensatz zur Bildungsweise mancher allerdings viel kleinerer amerikanischer Lavavulkane, deren Dasein mit einer heftigen Explosion begann, wie die große Masse loser Produkte an der Basis der dann folgenden ruhigen Ergüsse zeigt (s. z. B. Russell, Bulletin Nr. 217 U. S. Geological Survey 1903).

[2] W. Branca, Vulkane und Spalten. Mexiko 1907.

etwa den Böschungsverhältnissen der nördlichen und östlichen Randgebirge entsprechen. Diese Übersteilung der östlichen Südgehänge legt bei der auffallenden Frische der Formen den Gedanken nahe, daß sie erst jüngst diese Formveränderung erhalten haben; dabei liegt es bei ihrer unmittelbar benachbarten Lage zu dem Einbruch der Knebelkaldera natürlicherweise am nächsten, diese sekundären Formveränderungen mit dem Einbruch des Jahres 1875 in Zusammenhang zu bringen. Dafür spricht auch, wie Spethmann betont, die Lagerung der basaltischen Blockmeere an ihrem Fuße, die sich bei der heutigen Anordnung der Höhenverhältnisse des Gebirges nicht gut erklärt, vielmehr jüngere staffelartige Abbrüche voraussetzt. Daß die Steilheit der Gehänge jedenfalls keine primäre mehr ist, erhellt außerdem noch ohne weiteres aus dem Vergleich mit der westlichen Fortsetzung der südlichen Dyngjufjöll, die mit den östlichen zusammen eine fast gerade Linie von etwa 20—25 km Länge darstellen, und deren inniger genetischer Zusammenhang außer Frage steht. Die weicheren, also älteren Formen des Gebirges stellen sich genau an der Stelle ein, wo der Einfluß des Einbruches des Jahres 1875 sein Ende erreicht.

Auffallend ist hierbei noch das Verhältnis der relativen Höhenzahlen der einzelnen Berge: da, wo nachträgliche staffelartige Absenkungen, verursacht durch die Ereignisse des Jahres 1875, stattgefunden haben, sollte man naturgemäß die geringsten Höhen des normalerweise ursprünglich auf weite Erstreckung hin annähernd gleich hohen Gebirgskammes erwarten, wie ich ihn schon von den nördlichen und östlichen Dyngjufjöll geschildert habe. Jedoch ist hier das Gegenteil der Fall. Gerade über dem Einbruch erreicht die Kammhöhe des Gebirges, in Zacken und Spitzen aufgelöst, ihre höchsten Höhenzahlen, während mit der Rückkehr zum einheitlichen flachen Gebirgskamm am Ende des jüngsten Einbruchsfeldes eine deutliche Höhenabnahme Hand in Hand geht. Trotzdem also aus schon genannten Gründen staffelartige Versenkungen hier stattgefunden haben, scheinen sie wenig Einfluß auf die Kammlinie des Gebirges gehabt zu haben. Will man nicht eine lokale Aufstauung derselben durch die randlichen Versenkungen annehmen, so wird man wohl die große Erhebung der Tuffberge im SO der Askja als eine ursprüngliche ansehen müssen; aber jedenfalls haben die Einbrüche von 1875 weniger die Höhe des Gebirges beeinflußt als vielmehr seine Basis, deren Breite sie wesentlich verringert haben.

In den tieferen Teilen der südlichen Gehänge der Dyngjufjöll stehen ebensowohl wie auf der Hauptabbruchslinie am Fuße des Gebirges zahlreiche Kraterchen von durchschnittlich geringer Größe, deren Umrandungen, die aus fladenförmigen basaltischen Lavaschlacken bestehen, öfters durch den Ausfluß von Lava zerstört wurden. Die Laven ergossen sich nach Süden über das Vorland. Die Kraterchen sind deutlich von den Spalten des Gebirges abhängig und sehr jugendlichen Alters, wie ihr Erhaltungszustand nicht weniger als ihre Lage beweist. Auch eine kleine Vulkanreihe läuft hier aus dem Lavafeld in NO–SW-Richtung auf das Gebirge zu, um am Fuße desselben ihr Ende zu finden.

Nach Westen zu flachen die Höhen immer mehr gegen das Ódáđahraun ab, um in einem von rezenter Lava erfüllten Paß zu endigen. Jenseits des Passes beginnen die nach N streichenden, westlichen Dyngjufjöll. Ihr innerer Bruchrand begrenzt wiederum in einer langgestreckten annähernd geraden Linie, die gegen ihre Beendigung zu in kurzem Bogen auf die senkrecht zu ihrem Streichen liegenden nördlichen bzw. südlichen Dyngjufjöll zuläuft, den Askjakessel. — Die westlichen Dyngjufjöll sind noch völlig unerforscht; es fehlen jegliche Detailangaben über ihren Bau. Es ist nur das eine bekannt, daß auch sie durch ein Tal in zwei parallele N–S-Bergzüge zerlegt sind und insofern den östlichen Dyngjufjöll gleichen[1].

Nach dieser Betrachtung der vier paarweise rechtwinkelig zueinander streichenden Grenzgebirgszüge müssen wir noch ihren Schnittpunkten unsere Aufmerksamkeit schenken. Der quadratische Umriß des Gebirges wird, wie gesagt, dadurch etwas verwischt, daß die Gebirgszüge sich nicht scharf in rechten Winkeln schneiden, wie wir dies in den Kanten der rechtwinkelig zueinander streichenden Tafelbergwände sehen, sondern sozusagen kantengerundet sind, indem die Enden der Gebirgszüge in kurzen Bogen ineinander übergehen. Es erscheint mir dies Verhalten als kein willkürliches oder zufälliges, sondern gewissermaßen als die Resultante zwischen zwei verschieden wirkenden Kräften, nämlich zwischen den

---

[1] Soeben geht mir Nachricht zu, daß in diesem Sommer von dem momentan noch auf Island weilenden Hrn. H. Erkes eine Durchwanderung der westlichen Dyngjufjöll durchgeführt wurde. Nach der schönen Schilderung zu urteilen, die er uns von seinem ersten Besuch der Dyngjufjöll seiner Zeit geliefert hat, darf man auf die Veröffentlichung seiner Beobachtungen sehr gespannt sein, zumal sie berufen sind, eine große Lücke in unserer mangelnden Kenntnis der westlichen Dyngjufjöll zu füllen.

Tendenzen geradlinigen Abbruches an den vorgezeichneten N–S-, O–W-Linien und der für vulkanische Einbrüche typischen Tendenz zu rundlichen Einbrüchen.

Die Schnittpunkte der Gebirgszüge sind danach den verschiedensten Spannungen ausgesetzt gewesen, deren Vorhandensein eine stärkere Auflockerung oder lokale Aufreißung des Gesteins bewirkte, und damit die Anlage zur Ausbildung der Hauptgebirgspässe der Dyngjufjöll gab. Diese Pässe liegen nämlich sämtlich in den Ecken des Gebirges, niemals in der langgestreckten Bergkette selbst. So der Jonskard im NW, Askja Op im NO, der Trölladyngjapaß im SW, während an der SO-Ecke zwar nicht die Bildung eines Passes erfolgte, wohl aber der große Einbruch des Jahres 1875.

Die Pässe stellen danach Linien des Ausgleichs der Spannungen zwischen den N–S- und O–W-Linien des vulkanisch-tektonischen Aufbaues dar. So erklärt sich auch ihre von dem allgemein herrschenden Streichen abweichende Richtung, die annähernd der Mittellinie zwischen den Gebirgsrichtungen zu folgen strebt und daher annähernd auf einen zentralen Punkt über dem Kessel der Askja zuläuft; dieser Punkt aber würde mit dem Eruptionspunkt des ursprünglichen Askjavulkans zusammenfallen.

Allerdings haben beide Kräfte nicht gleich stark gewirkt, denn die Richtung der Pässe ist nicht rein NO–SW bzw. NW–SO, sondern der Einfluß der tektonischen Richtlinien war zweifellos der stärkere, so daß wir z. B. im Jonskard nahezu ein Streichen NNO–SSW haben.

Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur das im Osten gelegene Askja Op, doch liegen hierfür auch besondere Gründe vor. Askja Op streicht ziemlich rein O–W, parallel den es begrenzenden nördlichen Dyngjufjöll. Aber Askja Op ist gar nicht nach Art der anderen Pässe ins Tuffgebirge eingeschnitten, sondern stellt selbst eine Bruchlinie des Gebirges dar. Es ist in gewissem Sinne als Graben von etwa 1 km Breite aufzufassen, dessen S-Wand von Palagonit gebildet wird, während er im Norden von der bis 40 m hohen Bruchwand des seinerseits bereits im Tuffgebirge eingesenkten Lavaplateaus begrenzt wird. Überhaupt markiert der Nordosten der Dyngjufjöll die Stelle der größten Nachgiebigkeit und damit der stärksten Versenkungen.

Zuletzt sei noch auf einen Punkt hingewiesen, der sich aus dem allgemeinen topographischen Bild der Dyngjufjöll ergibt und für die relative Altersbestimmung der diversen Einbrüche von großer Bedeutung ist.

Es hat sich bisher ganz allgemein bei unseren Betrachtungen die Regel bestätigt, daß die durch die Abbrüche verursachten Geländeböschungen um so steiler sind, je jünger sie sind, umgekehrt um so flacher, je älter. Betrachten wir diese Verhältnisse in bezug auf den äußeren Abbruch des Gebirges gegen das Ódáđahraun wie auch auf den inneren Abbruch gegen den Askjakessel. Zunächst die nördlichen Dyngjufjöll: die Breite des Gebirgszuges gemessen in der Richtung des Jonskardes beträgt etwa 11 km. Die höchsten Höhen liegen zwischen etwa 3 und 5 km von dem Rande der inneren Absenkung. Infolgedessen ist auch der Anstieg aus dem Askjakessel zur Höhe des Jonskardes unverhältnismäßig viel steiler als der Abstieg zum Ódáđahraun. Das gleiche Bild zeigen die östlichen Dyngjufjöll, deren Abfall nach innen ebenfalls wesentlich steiler ist als nach außen. Die südlichen Dyngjufjöll zeigen in modifizierter Weise Ähnliches, indem naturgemäß die erst neu geschaffenen inneren Abbruchswände des Jahres 1875 bedeutend steiler sind als die höchsten modifizierten Außenwände. Die westlichen Dyngjufjöll sind diesbezüglich noch unbekannt. Ich schließe aus diesem Verhalten, daß die Einbrüche der Gipfelpartieen des ursprünglichen Askjaschildvulkans nicht gleichzeitig mit der Absenkung seiner Umgebung stattfanden, sondern jünger, und zwar wesentlich jünger sind als diese, wie sich aus der wesentlichen Verschiedenheit der inneren und äußeren Böschungswinkel der Tuffgrenzgebirge ergibt.

Kapitel III.

Die Askjakaldera.

Der Horstcharakter des Askjakessels. — Staufalten in der Lava im Süden des Kessels. — Die ursprüngliche Oberfläche und das Maß der späteren Auffüllung. — Die Form der Askja. — Das Kartenmaterial. — Struktur und Aufbau, erschlossen durch die nordwestlichen Wände der Knebelkaldera. — Das Alter der Askjakaldera. — Die jetzige Lavaoberfläche. — Die Randkratere und ihre Tätigkeit.

Bei den vorangehenden Betrachtungen über die Dyngjufjöll habe ich schon mehrfache Beziehungen derselben zu dem von ihnen umschlossenen Askjakessel erwähnt.

Da ich ihn nach diesen für die versenkte Zentralpartie eines homogenen Vulkanmassives halte, ist er nach dieser Ansicht als Kaldera anzusprechen, und zwar als Einbruchskaldera (Taf. III, Fig. 8). Diese Annahme, daß es sich hierbei um den Einbruch, nicht etwa um die Explosion der zentralen Vulkanpartie handele, wird besonders durch den Mangel jeglicher Spur älteren explosiven Materials, selbst an den geschütztesten Stellen der Dyngjufjöll, bestätigt, zumal da eine Explosion solchen Umfanges ganz ungeheure Gesteinsmassen hätte ausschleudern müssen, die unbedingt auch bei hohem Alter noch großenteils in der Umgebung ihres Ursprungsortes sich hätten erhalten müssen, da die Weiterbeförderung des Detritus durch strömendes Wasser in diesen Gegenden gänzlich in Wegfall kommt.

Von besonderer Wichtigkeit für den Nachweis des horstartigen Charakters des ganzen Gebirges, das seiner größeren Resistenz und Festigkeit gegenüber der Umgebung seine Entstehung verdankt, ist das horstartige Verhalten auch dieser versenkten Partie gegenüber den umgebenden Lavafeldern des Ódáđahraun. Hierfür einige Zahlen: der Nordabhang der nördlichen Dyngjufjöll beginnt bei etwa 800 m Höhe ü. d. M. Jenseits des Jonskards liegt der Südfuß der nördlichen Dyngjufjöll auf etwa 1200 m Höhe. Auch in der SW-Ecke der Askja liegt die Lavaoberfläche auf etwa 1200 m Höhe. In der SO-Ecke trat 1875 eine nochmalige Versenkung ein, die erst später zu berücksichtigen sein wird. An ihrem Westrande liegt die Lava am Nordfuße der südlichen Dyngjufjöll etwa auf 1100—1150 m

Höhe. Der Südhang der südlichen Dyngjufjöll dagegen endet in etwa 700 m Höhe. Ähnlich ist es im Osten, wo an der niedrigsten Stelle der Askja die Lava bei etwas über 1000 m Höhe durch die Öffnung abströmt, während im Vorland die Stellen, die nicht von diesen Ergüssen erhöht wurden, auf etwa 700 m Meereshöhe liegen.

Wie vorher die Dyngjufjöll, so zeigt also auch der Boden der Askja seine stärkste Absenkung im Nordosten, bewahrt aber stets seinen horstartigen Charakter, indem er im Durchschnitt etwa 500 m über dem allgemeinen Niveau des Vorlandes steht und auch an der Stelle stärkster Senkung noch 200—300 m höher liegt als dieses.

Die heutige Höhendifferenz von 300 m ist nämlich etwas größer als die ursprüngliche, da sich durch das Askja Op noch nachträglich ein Lavastrom gewälzt hat, der weite Strecken des Vorlandes überschüttete und notwendig durch seine Masse den ursprünglichen Talboden erhöhte. Doch darf die dadurch verursachte Erhöhung auch nicht zu hoch veranschlagt werden, da das Askja Op keinesfalls einen günstigen Sammelplatz für das Magma bildete, sondern nur einen Durchgang mit nach außen zunehmendem Gefälle darstellte, durch den allein die auf eine weite Oberfläche verteilte Lavamasse des Kessels nach außen drängte, und auf diese Weise in der Enge selbst einen beschleunigten Abfluß notwendig machte.

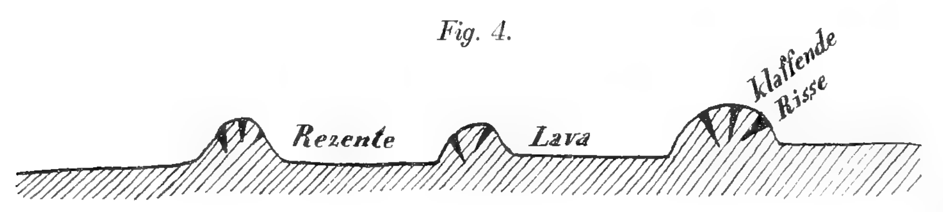
Diese Tatsache zeigt uns schon, daß die heutige Oberfläche der Askja nicht mehr die ursprüngliche Oberfläche der Einsenkung, d. h. des einstigen Schildvulkans ist. Dieser ist für immer durch die nachträgliche Lavaüberschüttung und Auffüllung des Kessels unseren Blicken entzogen. Auf die Eruptionspunkte dieser Laven werde ich noch zurückkommen; zunächst die Frage: wie weit wurde der Kessel von etwa 55 qkm Oberfläche nachträglich aufgefüllt? Bestimmtes läßt sich hierüber nicht ermitteln, aber immerhin führen einige Betrachtungen zu einer Idee über das ungefähre Maß der in Betracht kommenden Massen.

Zunächst scheint nicht eine lang anhaltende Reihe von Eruptionen die Auffüllung bewirkt zu haben, sondern, nach der Einheitlichkeit der bekannten Eruptionspunkte wie auch der geflossenen Lavamasse zu schließen, eine einzige Eruptionsphase. Der Lavastrom, der aus dem Askja Op herausfloß, ist durch seine scharf ausgeprägte, zerrissene Blocklavastruktur trotz der dichten Bimssteindecke in seinen ungefähren Grenzen recht gut zu

überblicken. Da jegliche genauere Messung fehlt, kann ich nur schätzen, daß seine Oberfläche keinesfalls einen größeren Flächenraum einnimmt, als der Askjakessel selbst besitzt, aus dem er entsprungen. Er gehört also bei weitem nicht zu den größten Lavaströmen der Insel. Ältere Ströme, die aus dem Askja Op stammen könnten, sind mir nicht bekannt.

Eine andere, höchst eigenartige und auffallende Stelle des Askjakessels gibt uns Gelegenheit, einen Blick auf ältere Schichten zu werfen, als die Oberfläche der letzten Ergüsse. Es ist dies nahe am Fuße der südlichen Dyngjufjöll an der Westgrenze der Einbruchszone von 1875. Auf

Fig. 4.



Profil durch die Staufalten in der Lava des Askjabodens
nahe bei dem SW-Rande der Knebelkaldera.

der Wanderung an der Grenze des Einbruchs nach Süden zu verläßt man unfern der südlichen Dyngjufjöll die rauhe Blocklava und stößt auf eine glattflächige Plattenlava, auf deren Oberfläche die alte Blocklava ausebbte. Diese Lava ist also älter; ihr Magma ist in merkwürdige Schlieren zerspalten, indem grellrot gefärbte, oft rundliche, oft unregelmäßig geformte, wie verbrannt aussehende Schlieren, mit tiefschwarzen Basaltpartien regellos wechseln. Aber besonders auffällig ist diese Lava durch ihre in seltener Reinheit ausgeprägten Stauungserscheinungen. Hohe stehende Lavafalten unterbrechen die glatte Oberfläche, meist durch die bei ihrer Bildung entstandenen übermäßigen Spannungen von radialen klaffenden Rissen durchzogen, wie sie das Profil (Fig. 4) schematisch anzeigt. Diese Falten machen von weitem den Eindruck mächtiger liegender Baumstämme; dem müden Wanderer bieten sie als durchschnittlich etwa 50—70 cm hohe Steinbänke einen recht bequemen Sitz.

Sie bestehen meist aus einer sehr dichten, in der erwähnten Weise schlierigen Lava und treten in mehreren Zügen in unregelmäßigen Abständen hintereinander auf. Sie sind in ihrer Entstehung völlig unabhängig vom Einbruch des Jahres 1875, denn sie werden von dessen Bruchspalten, zu denen sie quer streichen, angeschnitten und durchsetzt. Sie sind also älter

als dieser Einbruch. Die Anschnitte zeigen, daß diese im Mittel etwa 1 m Durchmesser aufweisenden Staufalten in ihrem Inneren vollständig ausgefüllt und kompakt sind. Sie können unmöglich als Fließerscheinungen eines Lavastromes gedeutet werden, denn die Lava dieser Gebilde kann bei ihrer Entstehung höchstens noch in minimalster Weise plastisch gewesen sein, d. h. eben noch plastisch genug, um eine derartige Aufwölbung kompakter Lavamassen ohne Aufbröckelung in Schollen und Bruchstücke zu ermöglichen. Weiter kann ihre Plastizität unmöglich gegangen sein, denn sonst hätte sich die oft bis an 90° heranreichende Steilheit der Böschungen ebensowenig wie die glattwandigen, nach unten spitz zulaufenden klaffenden Zerrungsspalten erhalten können.

Ich fasse daher die Bildung dieser Staufalten nicht als ein Produkt eines Lavaergusses auf — weder eines jüngeren, der den eingesenkten Lavakessel auszufüllen suchte, noch auch eines älteren, der dem ursprünglichen Askjavulkan angehörte —, sondern sehe in ihnen die Wirkung tektonischer Kräfte, indem bei der Absenkung des ursprünglichen Vulkanzentrums die angrenzenden südlichen Dyngjufjöll das Widerlager bildeten, durch dessen seitlichen Druck die Zusammenstauchung der — vielleicht eben erst gebildeten — Lavaoberfläche auf engeren Raum bedingt wurde. Möglicherweise wurde auch die zur Aufstauung der Falten, d. h. zur Erreichung der Plastizität nötige Wärme durch vulkanische Wärmezufuhr aus der Tiefe unter dem zentralen ursprünglichen Krater geliefert, denn es scheint unzweifelhaft, daß gerade durch den Einbruch eine neue Tätigkeit des Vulkans entlang seiner Abbruchsspalten geweckt wurde, worauf die noch zu besprechenden Randkratere hinweisen.

Durch diese Darstellung habe ich schon meine Ansicht bekundet, die ich von dem Alter dieser Lava habe. Ich halte sie für ein Stück Plattenlava, das der fertigen Bodenoberfläche der Zentralpartie des ursprünglichen Askjavulkans angehörte, welches schon unweit des Fußes der Dyngjufjöll in nur ganz unbedeutend geneigter Lage unter die jüngeren sekundären Blocklavaergüsse des eingesenkten Askjakessels untertaucht. Für diese Ansicht spricht, daß der ruhige Oberflächencharakter der Lava, trotz der Verschiedenheit im Detail, dieselbe dem als Oberflächenrest bereits erkannten Lavaplateau im Norden wesentlich näher stellt als den gänzlich verschiedenen rauhen Blocklaven der jüngsten Ergüsse. Auch die Stelle des Vor-

kommens ist dieser Auffassung günstig: diese liegt nämlich im äußersten Süden des Kessels, der Abfluß der jüngeren Laven und die Stellen tiefster Versenkung dagegen gerade gegenüber an der NO-Seite der Askja.

Von diesen Betrachtungen ausgehend, komme ich besonders auch unter Berücksichtigung der in allen Profilen klar zutage tretenden fast horizontalen Lagerung der älteren Basaltbänke im Innern der Dyngjufjöll zu dem Schluß, daß wahrscheinlich die sekundäre Lavaauffüllung der Askjakaldera keine sehr tiefe Auffüllung des Kessels bedeutete; denn auch nach der Bodengestaltung in der Umgebung des Askja Op sowie nach der Masse der aus der Askja geflossenen Lava zu urteilen, lag die ursprüngliche Einsenkungsoberfläche keinesfalls sehr tief unter der heutigen; anderseits erreichen die jüngsten Blocklaven noch nicht den Gebirgszug, der den Kessel im Süden begrenzt, sondern lassen zwischen sich und dem Gebirge, wenigstens an der von mir untersuchten Stelle, noch eine Zone ihrer älteren Unterlage zutage treten. Daraus ergibt sich weiter, daß der ursprüngliche Askjavulkan nicht wesentlich unter das heutige Niveau des Askjabodens versenkt wurde.

Betrachten wir nun noch kurz die Form dieses Kessels. Der Isländer nennt ihn »Askja«, d. h. Kiste, Kasten, und wollte damit offenbar seine Form zum Ausdruck bringen. Er hat auf diese Weise mit vorurteilslosem Blick Form und Wesen der Askja richtig erkannt, die dann allerdings im Laufe ihrer Erforschung auf Karten und in Beschreibungen recht verschiedenartig behandelt worden sind. Auf Islands ältester wissenschaftlicher Karte sehen wir die Dyngjufjöll hufeisenförmig eine nach Osten geöffnete Talschlucht umfassen[1]. Watts beschreibt sie 1876 als dreieckiges Gebirge. Eine noch im gleichen Jahre erfolgte genauere Vermessung des dänischen Leutnants Caroc[2] dagegen gibt die Form der Askja in einer der Wirklichkeit wesentlich näherkommenden Weise wieder. Seine Karte im Maßstab von 1 : 80000 ist meines Erachtens die beste bestehende Karte des Askjakessels; leider sind die umrandenden Dyngjufjöll nicht mehr auf derselben mit eingetragen. Einige kleinere Fehler haften ihr auch noch an; so weist die südliche Begrenzungslinie bei weitem nicht die Ausbuchtungen und Verbiegungen auf, die ihr hier zugeschrieben werden. Mög-

[1] Björn Gunnlaugsson, »Updráttur Islands«. 1844.

[2] Siehe Johnstrup, Indberetning om den af Professer Johnstrup foretagne Undersøgelsereise paa Island i Sommeren 1876. Kjøbenhavn 1877.

licherweise änderten sich aber auch an dieser Stelle seit der Kartierung die Terrainverhältnisse. Auch die östliche Grenze läuft in einer wesentlich mehr der N–S-Linie genäherten Richtung.

Jedenfalls ist aber auf dieser Karte eine charakteristische Eigenschaft der Askja schon schwach angedeutet, deren klare Erkenntnis wohl aus der gewohnheitsmäßigen Anschauung bis heute zurückgedrängt wurde, daß vulkanische Versenkungen rundlich sein müßten: nämlich die Geradlinigkeit der Begrenzungslinien und ihr Ineinandergehen in kurzen Bogen. Es scheint, als ob auch Caroc, wie mancher spätere Beobachter, bei der Bearbeitung seines Materials zwischen der Niederlegung seiner Beobachtungen und der seiner theoretischen Betrachtungen geschwankt hätte; denn so schloß er das Kompromiß, diese Geradlinigkeit wohl noch zum Ausdruck kommen zu lassen, wenn auch sehr geschwächt durch die übermächtige Ausdehnung der bogenförmigen Stücke des Gebirgszuges.

Einen wesentlichen Schritt vorwärts tat Th. Thoroddsen[1], der 1884 diese Gegend durchforschte. Mit geübtem Auge erkannte er die rechteckige Grundform des Askjakessels und trug sie deutlich erkennbar in dieser Weise in seine große Karte Islands ein.

Spethmann übernahm in seiner Arbeit Carocs Karte der Askja bis in alle Einzelheiten, mit Ausnahme der schon erwähnten übermäßigen Ausbuchtungen im Süden. Durch diese Verbesserung tritt die schon bei Caroc angedeutete Geradlinigkeit noch etwas klarer hervor — trotzdem nennt auch Spethmann die Askja in seiner Beschreibung »eine kreisförmige Figur...«, im einzelnen mit »natürlich mancherlei Abweichungen von der symmetrischen Form«.

Die zuletzt erschienene Karte der Askja und Dyngjufjöll endlich ist eine von Erkes nach Augenmaßaufnahme veröffentlichte Skizze, die leider durch die veraltete Art der Zeichnung wesentlich an der für wissenschaftliche Zwecke nötigen Übersichtlichkeit und Klarheit verloren hat. Auch er sieht in dem Einbruch einen kreisförmigen Kessel, obgleich auch auf seiner Karte von einer kreisförmigen Kontur der Askja nicht die Rede sein kann.

Ich habe dagegen bereits im Vorangehenden auf die geraden Linien des Askjaeinbruches und auf die kurze bogenförmige

[1] Th. Thoroddsen, Eine Lavawüste im Inneren Islands. Peterm. Mitt. 1885.

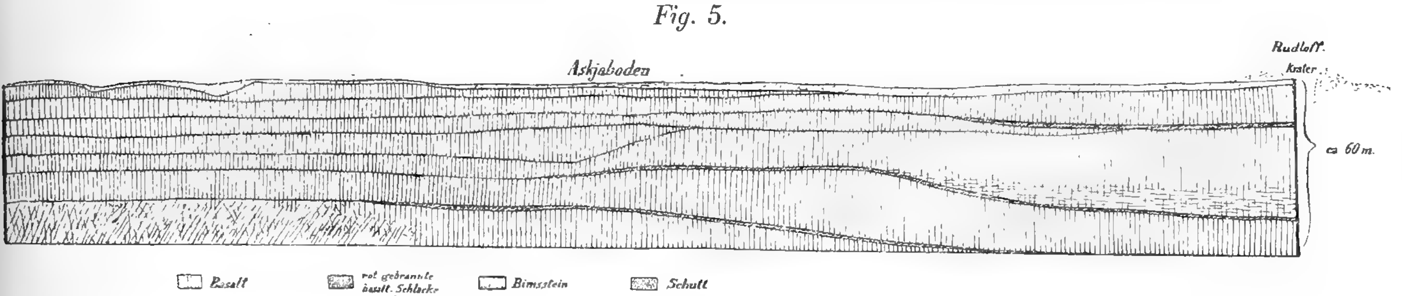
Verbindungsstrecke dieser sich senkrecht schneidenden Linien hingewiesen. Diese Linien sind überall Bruchlinien, die dem äußeren Bruchrande wie auch der Kammlinie des Teiles der Dyngjufjöll, dem sie anliegen, parallel laufen. Damit betrachte ich auch die Grundform der Askja gleich der der Dyngjufjöll als ein Rechteck, das — noch immer horstartig im Verhältnis zur weiteren Umgebung — in den großen Horst der Dyngjufjöll sekundär eingesenkt wurde. Dabei weist die Parallelität der jüngeren inneren Bruchlinien zu den älteren äußeren unmittelbar auf ihre Abhängigkeit von diesen bei ihrer Entstehung hin.

Ich habe versucht, das Bild der Askja, wie es sich mir bei meinem dortigen Aufenthalt ergab, in beifolgender Kartenskizze wiederzugeben, bei deren Zusammenstellung ich nicht nur meine eigenen barometrischen Höhenmessungen, sondern auch die von meinen Vorgängern veröffentlichten Zahlen verwandte (vgl. Fig. 1 und 2, S. 4 und 5).

Durch die jüngsten Lavaergüsse wäre uns jeder Einblick in den inneren Bau der Askjakaldera unmöglich gemacht, wenn nicht durch einen späteren Einbruch in ihren südöstlichen Teilen ein herrliches, etwa 60 m hohes bogenförmiges, mehrere Kilometer langes Profil mit senkrechten Wänden geschaffen worden wäre, das uns in einwandfreier Weise den inneren Bau des Kessels erkennen läßt. Taf. V, Fig. 11 und 12 sowie Taf. VI, Fig. 13 lassen die dort angeschnittene Basaltwand deutlich hervortreten. Sie zeigt übereinandergetürmt Basaltbank über Basaltbank, die einzelnen Lagen oft durch grellrot gefärbte Bänder getrennt. Dieses Profil ist im ganzen betrachtet völlig analog dem 40 m hohen Profil des Basaltplateaus im Norden der Askja. Stellt jenes eine abgesenkte, mehr randliche Partie des ursprünglichen Askja-Schildvulkans dar, so haben wir in diesem die noch tiefer versenkte Zentralpartie des gleichen Vulkans, die uns in einer Mächtigkeit von 60 m erschlossen ist. Um wieviel diese Zahl noch hinter der Gesamtmächtigkeit der Laven zurückbleibt, ist unbekannt. Ein Punkt erscheint mir noch erwähnenswert: Während die Lavabänke an der Nordwand der Askjakaldera auf weite Strecken gleiche Mächtigkeit bewahren, ist dies an der Wand der Knebelkaldera nur zum Teil der Fall; die Basaltbänke nehmen mit dem Vorschreiten gegen Westen und Süden an Zahl zu und harren dort länger in gleicher Mächtigkeit aus als weiter im Osten. Dies veranschaulicht das beigegebene schematische Profil der Bruchwand, das bei der Bootfahrt von

unterhalb des Rudloffkraters entlang der Bruchwand aufgenommen wurde (Fig. 5). In nächster Nähe dieses Kraters, in dessen unmittelbarer Nachbarschaft die Basaltwand plötzlich ihr Ende findet, ist die Zahl der Basaltbänke am geringsten, ihre Mächtigkeit am größten und veränderlichsten. Der Unterschied tritt beim Vergleich der Fig. 12 und 13 besonders deutlich hervor. Nach Süden zu verliert die Bruchwand mehr und mehr an Höhe. Dort sind ausgezeichnete Abbruchsstaffeln mit zahlreichen Rissen und Sprüngen und meterweit klaffenden Verwerfungsspalten ausgebildet, an

Fig. 5.



Profil durch die Basaltabbruchswand im N und W der Knebelkaldera.

denen sich die schalenförmig abgebrochenen Schollen dem Seeufer zuneigen (Taf. VI, Fig. 14).

Dieses Profil gestattet durch seine Größe und Frische sowie durch seine Wiederholung in höherer Lage am Nordrande des Kessels, sich ein völlig klares Bild über den Bau des Untergrundes der heutigen Askja zu machen.

Dieselbe besteht bis zu einer Tiefe von mindestens 60 m aus kompakten Basaltlagen, die ihrer Struktur nach ebenso wie die bisher schon angeführten Punkte unzweideutig auf einen einst über der Askja gelegenen Schildvulkan hinweisen.

Die Morphologie der Dyngjufjöll zeigte uns bereits, daß der Einbruch des Askjakessels jünger ist als die Herausmodellierung des gesamten Horstgebirges aus dem Ódáđahraun. Letztere haben wir ins älteste Postglazial versetzt. Die große Jugendlichkeit der Askja im Verhältnis hierzu zeigt sich nun auch an ihrer nördlichen Abbruchswand in einem schönen Beispiel. Dort fällt ein Bach in brausendem Fall über die senkrechten Basaltwände herab, um durch das Op seinen Abfluß zu nehmen. Es ist ein unbedingter Beweis der Jugendlichkeit dieses Falles, daß er sich noch in keiner Weise

durch das Gestein zurückschneiden oder auch nur die oberste Lavabank durchsägen konnte. Da aber gar kein Grund oder Anzeichen dafür spricht, daß dieser Bach erst wesentlich nach der Entstehung der Askja sich ihr zuwandte, so sehe ich in der Jugendlichkeit seines Falles gleichzeitig einen Beweis für die Jugendlichkeit des Askjaeinbruches selbst.

Die heutige Oberfläche der Askjakaldera stellt eine unpassierbare wildzackige Fläche zerrissener Blocklava dar, die ohne Ausnahme alle etwa einst vorhandenen Unebenheiten des Kessels ausgefüllt hat. Sie ist in geringem Maße (nach Thoroddsen 1°26') gegen NO geneigt, wo ihre Laven durch das Op einen Ausweg fanden. Einige Oberflächenerscheinungen hat speziell von diesem Punkte Spethmann in seiner Arbeit bereits beschrieben, weshalb ich mich hiermit nicht aufzuhalten brauche. Im übrigen zeigt sich auch dieser Lavafluß in seinem Verhalten völlig analog den zahlreichen anderen Massenergüssen von Island, deren Oberflächenformen und Struktur ich bereits in meiner Arbeit über »Isländische Masseneruptionen« eingehend beschrieben habe.

Zuletzt seien noch die randlichen Kratere des Askjakessels erwähnt, welche diese Laven geliefert haben. Sehr hübsch hat Spethmann dieselben bereits geschildert und die Gleichzeitigkeit ihrer eruptiven Tätigkeit hervorgehoben. Nur über ihre Verteilung seien noch einige Worte angefügt. Sie sitzen auf den Abbruchsspalten der Askja auf, und Spethmann glaubt, daß auf ihnen nach isostatischen Gesetzen durch das Gewicht des zentralen Einbruchs Magma randlich emporgepreßt und ausgequetscht wurde, eine Ansicht, der ich mich voll und ganz anschließe. Aber entsprechend den Abbruchslinien liegen die Vulkane nicht in einem Kreise um den Askjakessel angeordnet, sondern auf und an zwei sich rechtwinklig durchschneidenden Spaltensystemen. Die Vulkane häufen sich besonders an der Stelle des stärksten Abbruches, also im Nordosten. Sie sind in der Nähe des Askja Op am häufigsten und begleiten auch die Abbruchswand des nordöstlichen Basaltplateaus bis zu den bereits von dort erwähnten Krateren des äußeren Gebirgsrandes. Dabei haben vulkanische Kräfte auch des öfteren den horizontalen Aufbau des Plateaus gestört und einzelne Schollen steil aufgestellt, wie es an der Bruchwand im Profil am deutlichsten zum Ausdruck kommt. An der gesamten Ost- und Nordwand der Askja sind die oft halb zerstörten Kraterchen nicht selten, scheinen dagegen der Südwand zu fehlen, was auch mit meiner Beobachtung älterer

Laven an ihrem Fuße übereinstimmt. Ob die auf den äußeren Randspalten oder auf den Staffelbrüchen der Dyngjufjöll stattgehabten Eruptionen gleichzeitig mit den soeben erwähnten stattgefunden haben, gelang mir nicht nachzuweisen, doch ist dies, nach dem Erhaltungszustande der Schlackenkegel zu urteilen, mindestens möglich und scheint mir sogar wahrscheinlich. Auf die Notwendigkeit der Annahme, daß die randlichen Kratere als Folge des Einbruchs der Kaldera, also nach demselben erfolgten, hat ebenfalls Spethmann bereits hingewiesen.

Als wichtiger allgemeiner Gesichtspunkt ergibt sich aus dem Vorangehenden, daß nach der tektonischen Zersplitterung des einst einheitlichen und selbständigen Vulkanmassives jegliche spätere Äußerung vulkanischer Kräfte auf den Verwerfungsspalten der Abbrüche stattfand — ein Punkt, auf den ich sofort beim Rudloffkrater zurückzukommen haben werde.

Während aber beim Rudloffkrater eine gewaltige Explosion die Ursache des Einbruches der Knebelkaldera wurde — wie ich noch zu zeigen habe —, war hier umgekehrt der Einbruch der zentralen Partien des Askjavulkans die Ursache für den Austritt von Magma an den Bruchrändern.

Kapitel IV.

Der Rudloffkrater.

Der Rudloffkrater und seine Beziehungen zu seiner Umgebung. — Die tektonische S-N-Linie. — Ihre Erklärung. — Spethmanns Ansicht. — Der Kraterwall. — Die jüngeren tektonischen Linien. — Die Wände des Kraterschlotes. — Die Abhängigkeit des Rudloffkraters von der Tektonik der Dyngjufjöll. — Geschichte des Rudloffkraters. — Schilderung nach meinen Beobachtungen im August 1908. — Das Eruptionsmaterial. — Beschaffenheit. — Verbreitung. — Fossiler Schnee. — Erdfälle. — Die Wärmeentwicklung des Rudloffkraters in ihren Beziehungen zur Verbreitung des fossilen Schnees wie zu Spalten.

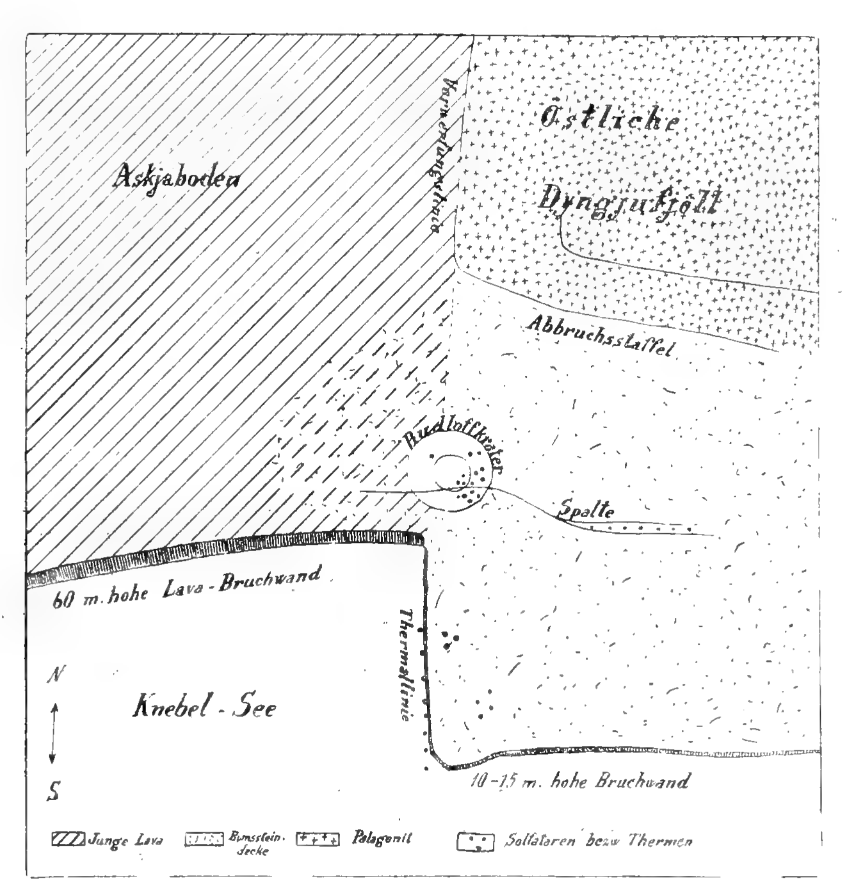
Der Rudloffkrater steht unter den Eruptionspunkten der Askja hauptsächlich dadurch im Vordergrund des Interesses, daß er in historischer Zeit, am 29. März 1875, durch eine der gewaltigsten jemals beobachteten Explosionen ausgeblasen wurde. Ebenso bedeutungsvoll ist seine Stellung im Verhältnis zu den anderen Eruptionspunkten sowie zu den tektonischen Linien des Massivs.

Betrachten wir zunächst sein Auftreten in Beziehung zu seiner nächsten Umgebung. Gerade in seiner Nähe treten die geologischen Leitlinien dieser Umgebung besonders deutlich zutage. Diese Verhältnisse zeigt größtenteils Fig. 3 in Spethmanns Arbeit in schöner Weise. Die hier beigegebene Skizze diene hierzu zur Erläuterung sowie zur Ergänzung (Fig. 6).

Beim Ritt entlang dem nach Süden streichenden inneren Fuß der östlichen Dyngjufjöll treten plötzlich die Bergwände nach Osten zurück. Wir befinden uns damit im Einbruchsgebiet der Knebelkaldera, die tief in die Ostberge einschneidet. Daß der S–N streichende Fuß der Dyngjufjöll die tektonische Linie darstellt, an der das Zentralmassiv in die Askjakaldera abgesunken ist, habe ich schon ausgeführt. Geht man von der Stelle des Zurücktretens des Gebirges gegen Osten nur wenige 100 m in gerader Richtung (N–S) weiter, so stößt man auf den Rudloffkrater. Aber damit ist nicht etwa die tektonische N–S-Linie zu Ende. Jenseits des Kraters bricht in seiner unmittelbarsten Nähe plötzlich die von Westen heranstreichende 60 m hohe Basaltbruchwand scharf ab. Dafür greift nahezu rechtwinklig zu dieser Wand, wiederum von einer N–S-Linie begrenzt, das

Land weit vor in den Einbruch des Knebelsees. Daß es sich hierbei um tatsächliche Bruchwände handelt, beweist ohne weiteres ihr senkrechtes Fallen sowie das scharfe Abstoßen der 60 m hohen Basaltwand an dem genannten Eck. Ferner ist gerade entlang dieser Bruchlinie die Temperatur

Fig. 6.



Kartenskizze der Umgebung des Rudloffkraters.

des Wassers des Sees deutlich erhöht, und derselbe dampft stellenweise leicht, wodurch der Zusammenhang dieser Linie mit einem tiefgreifenden Bruch noch besonders klar wird.

Die Entstehung dieser in den See weit hinausgreifenden Scholle, die auf Taf. VII, Fig. 15 abgebildet ist, während ihre N-S-Bruchwand auf Taf. VII, Fig. 16, in größerer Nähe aufgenommen, deutlich hervortritt, ist nicht

schwer zu erklären. Der harte, massive Basalt erhält sich viel leichter als der weichere Tuff, auch in übersteiler Böschung. Daher die geschlossene Basaltwand, welche vom Rudloffkrater gegen Westen und Süden zieht, die nur in ihren westlichen Teilen in schmalen, schalenförmigen Stücken abgebrochen, dem See sich zuneigt. Dahingegen ist der Tuff zur Bildung einheitlicher hoher Wände nicht geeignet; er bricht in langen, breiten Staffeln zum See ab, wie dies besonders Taf. VIII, Fig. 17 in klarer Weise zeigt. Auf Taf. VII, Fig. 15 tritt auch deutlich hervor, daß dieser Absenkungsprozeß an Bruchlinien keineswegs beendet ist; denn die vorderen Partien sind bereits abermals von der hinteren Hauptscholle getrennt und neigen sich dem See zu. Die völlige Trennung der Schollen findet dann durch einen plötzlichen, unerwarteten Absturz statt, der endlich die in den vorhergehenden Stadien, während derer sich die Abbruchsspalte immer mehr erweitert, entstandene und sich immer mehr vergrößernde Spannung auslöst. Ich konnte diesen Prozeß an einer während meiner Anwesenheit in der Askja etwas weiter im Osten sich loslösenden und zuletzt mit mächtigem Getöse verschwindenden großen Tuffscholle Schritt für Schritt verfolgen.

Eine derartig abgesunkene und noch absinkende Staffel der östlichen Dyngjufjöll stellt auch die beschriebene, weit in den See hinausgreifende Scholle dar. Dabei ist sie so weit dem Seespiegel genähert, daß die Bruchwand im Durchschnitt nur noch etwa 10 m Höhe hat. Diese 10 m bestehen größtenteils aus feinen Aschen und Sanden sowie einer mächtigen Bimssteindecke des Jahres 1875. Darunter tritt ab und zu noch ein Stück einer Basaltbank zutage.

Der Grund für das N–S-Streichen der Abbruchswand ist nach dem Vorangehenden lediglich in dem Beharren der Abbrüche an einer vorgezeichneten Linie zu suchen.

Diese Linie tritt durch den scharfen Kontrast des sie begrenzenden Gesteins hier ganz besonders klar vor die Augen. Links die Basaltebene der Askja, die an einer 60 m hohen Wand senkrecht abbricht, rechts eine steile Böschung hinab zu der nur noch etwa 10 m hohen Scholle am Fuße der östlichen Dyngjufjöll! Diese Linie ist aber nichts anderes als die Verlängerung der inneren Abbruchslinie dieser Berge gegen die Askja; und auf dem schmalen, kaum 1 km breiten Landstreifen zwischen dem Eck der Dyngjufjöll und dem Eck des Knebelsees steht der Rudloffkrater! In nächster Nähe des Vulkans ist also im Norden wie im Süden eine gewaltige

Verwerfungsspalte zu sehen, nur in der unmittelbarsten Umgebung desselben ist es nicht möglich, sozusagen den Fuß über die Spalte zu setzen, da sie dort vom Schlammtuff und den Bimssteinmassen des Kraters zugedeckt ist. Sollte aber nicht bei dieser Sachlage schon durch die Betrachtung der Umgebung die Annahme unabweisbar sein, daß der Rudloffkrater auch wie alle anderen Krater der Askja auf der großen Abbruchsspalte des Askjakessels aufsitzt?

Wenden wir uns nun der Betrachtung des Eruptionspunktes selbst zu, »so weist schon eine morphologische Würdigung desselben auf Störungen hin, die er nach seinem Entstehen erlitten hat. Der Tuffwall nämlich, der ihn umkränzt, liegt im Süden auffallend tiefer denn im Norden. Diese beachtenswerte Tatsache sticht noch schärfer hervor, wenn man bedenkt, daß während des Ausbruchs westliche Winde wehten, vermöge derer eine Höhendifferenz zwischen der Ost- und Westseite des Kraterwalles theoretisch zu erwarten gewesen wäre, aber nicht eine solche im Norden und Süden«.

Diese Spethmannsche Beobachtung über die höhere Lage des nördlichen Kraterrandes ist sehr richtig, und auch ich nehme an, daß diese Störung eine nach der Bildung des Kraterwalles durch Einsenkung gegen den Seespiegel zu entstandene ist. Diese Störung tritt auch nach Osten zu deutlich als klaffende Spalte zutage, die ihre näheren Beziehungen zum Rudloffkrater noch dadurch beweist, daß eine Reihe ganz geringer Wasserdampfexhalationen zwischen den Lücken ihrer Bimssteinwände hervortritt. Aber zwei Punkte berücksichtigt Spethmann hierbei nicht:

1. Er vergißt, daß die Beurteilung der Mächtigkeit des Kraterwalles doch nicht nur auf der Betrachtung der Höhenlage seines Randes basieren darf, sondern auch von der Lage seiner Unterlage abhängt. Daher ist es nötig, zur Entscheidung dieser Frage auch einen Blick in den Krater zu werfen. Das Innere des Kraters wird durch die beiden Photographien Taf. III, Fig. 7, und Taf. IV, Fig. 10, dargestellt, aus denen ohne weiteres erhellt, daß die nach Spethmann nur theoretisch zu erwartende größere Mächtigkeit des Tuffwalles im Osten gegenüber der im Westen auch tatsächlich vorhanden ist; und zwar übertrifft die Mächtigkeit des blaugrauen Schlammtuffes im Osten diejenige im Westen um einen ganz wesentlichen Betrag.

2. Spethmann geht stets von dieser jüngeren Störung aus, deren Vorhandensein nicht zu bezweifeln ist, ohne auch nur die Frage zu berühren, ob nicht außerdem noch eine ältere Störung vorliegen könnte!

Er schreibt: »Die Verwerfung kann erst nach Ablagerung des Tuffes, d. h. nach dem Vulkanausbruch, eingetreten sein, da sonst der Tuff ungestört lagern würde. Sohin ist die Spalte das sekundäre, der Vulkan das primäre Phänomen.«

In diesem Satz identifiziert Spethmann zudem noch »Spalte« und »Verwerfung«. Es mag sein, daß Spethmann eine scharfe Trennung dieser Begriffe für weniger notwendig hielt. Der Geologe hat jedoch prinzipiell zwischen diesen beiden Begriffen in allen Fällen eine scharfe Grenze zu ziehen, und ein Vulkan, der von einer Verwerfung unabhängig ist, muß deshalb noch lange nicht von der Spalte unabhängig sein, auf der doch möglicherweise erst später diese Verwerfung stattfinden konnte!

Nach diesen Berichtigungen kann ich mich Spethmanns Beweisführung von der Unabhängigkeit des Rudloffkraters von einer Spalte überhaupt leider nicht anschließen. Ihm waren ja, wie er selbst sagt, die Nord-Süd gerichteten tektonischen Linien im Gebiete der Dyngjufjöll nicht aufgefallen, so daß er wohl bei seinen Arbeiten keine weiteren Störungen in der Nähe des Rudloffkraters vermutete und alle seine Beobachtungen auf die jüngeren Brüche der Knebelkaldera bezog.

Werfen wir nun nochmals einen Blick in den Rudloffkrater. Die Schlammausbrüche, die Verschüttungen durch abgebröckeltes Material sowie die zersetzende Wirkung der scharfen vulkanischen Gasexhalationen haben dafür gesorgt, daß eine Spalte im Krater selbst heute nicht mehr offen zutage tritt. Die Tatsache jedoch, daß von außen betrachtet der westliche Kraterrand höher steht als der östliche, daß aber umgekehrt das Kraterwallmaterial im Osten bedeutend mächtiger ist als im Westen, weist allein darauf hin, daß hier schon vor der Eruption ganz auffallende Niveaudifferenzen bestanden. Ein Vergleich der in ihrem Gesteinscharakter so gänzlich verschiedenen östlichen und westlichen Wände (vgl. Fig. 7 und 10) läßt endlich keine andere Erklärung mehr zu, als daß hier — gerade durch den Vulkan hindurch — eine gewaltige Verwerfung zieht. Die ganze Ostwand sowie auch die größten Teile der Süd- und Nordwand sind in den Palagonittuff eingesprengt, während die westliche Wand die Anschnitte einiger mächtiger Basaltdecken zeigt, die nur den Basaltlagen der versenkten Askjakaldera angehören können.

Erwähnt sei noch, daß an dieser Seite der Vulkan auch einige kleine Gänge von nur ganz geringer Mächtigkeit anschneidet, die zumeist unter

einer Basaltbank endigen. Alle Verhältnisse weisen jedoch darauf hin, daß diese mächtigen Decken keinesfalls von diesen Gängen gespeist wurden; die Gänge scheinen vielmehr bei der Einsenkung des Askjabeckens injiziert worden zu sein und an dem Widerstand der Basaltdecken ihre Kraft erschöpft zu haben, so daß sie hier nicht zur Erdoberfläche empordringen konnten, wie sie es im Nordosten der Askja getan haben.

Aus den vorangegangenen Beobachtungen und Ausführungen ergibt sich mit Notwendigkeit, daß die Explosion des Rudloffkraters, ebenso wie alle nach der Zerstückelung des ursprünglichen Askjavulkans zur Eruption gekommenen vulkanischen Kräfte, auf den durch diese Zerstückelung lokal geschaffenen Schwächelinien, d. h. Verwerfungsspalten, die Erdoberfläche erreicht haben.

Sonach bieten uns die Dyngjufjöll ein klares Beispiel dafür, wie ein selbständig geschaffenes Vulkanmassiv gerade durch seine Festigkeit und Widerstandskraft gegen tektonische Bewegungen die Ursache zur Ausbildung von lokalen, nur durch dessen Dasein hervorgerufenen Spalten an seinem Rande wird, die dann nach der Verfestigung des Vulkankerns sämtlichen späteren Eruptionen zum Ausweg dienten.

Die Geschichte des Rudloffkraters ist uns durch die Mitteilungen der gelegentlich dorthin vordringenden Expeditionen in großen Zügen von seiner Entstehung an bekannt. Der Tag der Entstehung des Rudloffkraters dürfte der 29. März 1875 sein, an welchem man im ganzen Nordland die Erschütterung einer gewaltigen Explosion verspürte und an welchem das ganze Ostland bis zum Meere hin unter einer mächtigen Bimssteindecke begraben wurde, deren ungefähre seitliche Grenzen ich für das Gebiet der Dyngjufjöll auf der Karte eingezeichnet habe.

Elf Berichte von verschiedenem Datum bringen über die Geschichte der Askja von diesem Tage bis heute wichtige Nachrichten. Eine ausgezeichnete Zusammenstellung aller hierher gehörigen historischen Literatur hat Erkes in seiner Arbeit gegeben, auf die ich hier ausdrücklich verweise. Ich möchte in den folgenden Zeilen nur eine knappe Zusammenstellung der wichtigsten Daten meiner Arbeit einfügen:

1875, 29. März. Entstehung des Rudloffkraters durch eine ungeheure Bimssteineruption.

1875 kurz nach der Eruption spie nach dem Bericht von vier Isländern, die jedoch nicht bis zum Krater vordringen konnten, derselbe Gestein und Schlamm mehrere 100 Fuß hoch in die Luft.

1875, Mitte Juli, sah Watts eine qualmende Ausbruchsöffnung von 400 m Umfang.

1876 beschreibt Jon Thorkelsson einen etwa 190 m tiefen und ebensoviel im oberen Durchmesser messenden trichterförmigen Kessel mit flachem Boden, in den eine zentrale Vertiefung von etwa 4 m Durchmesser eingesenkt war, in welcher es gewaltig kochte.

1876 war auch Johnstrup am Rudloffkrater, welcher Schlamm und große erstickende Dampfmassen über seinen Rand spie, so daß es gefährlich war, sich ihm zu nähern.

1878 herrschte nach Lock noch immer sehr heftige Dampfentwicklung, während

1880 der gleiche Autor den Krater in voller Ruhe vorfand.

1881 war bei der Anwesenheit Morgans der Krater in einen Schlammpfuhl umgewandelt, in dem Schlamm und Wasser hoch aufspritzten. Dieser Autor gibt den Durchmesser des Kraters oben zu etwa 50 m, unten zu etwa 25 m, seine Tiefe zu 70—100 m an.

1884 fand Thoroddsen bei seinem Besuch der Askja einen graugrünen Tonbrei vor, aus dem im Süden unter Sausen und Zischen eine dichte Dampfsäule entsprang. Der Durchmesser des Kraters betrug 90 m, die Tiefe 45 m. An den Wänden waren zahlreiche Solfataren.

1907 traf Spethmann im wesentlichen das gleiche Bild an. In der südlichen Hälfte des Wasserpfuhles waren 2 Thermen tätig, am Ostrand sprang ein 30 cm hoher Wasserstrahl empor. Die Ostwand des Kraters war reich an Solfataren. Seine Tiefe wird auf 50 m angegeben.

1908 gibt Erkes keine Veränderungen an; er schätzt die Tiefe auf 40 m, den Durchmesser auf 150 bzw. 90 m.

1908 war ich einige Wochen später als Erkes in der Askja und traf im wesentlichen auf das gleiche Bild. Doch unternahm ich zur genaueren Orientierung und Feststellung der Tiefe des Kraters wie auch der Temperatur des kleinen Sees einen Einstieg in denselben. Derselbe ist nur mit einer Sicherung durch Seil in einer schmalen und sehr steilen Erosionsrinne möglich, die sich an der Nordostseite befindet (Taf. IV, Fig. 14). Rechts und links davon fallen Palagonitklippen fast senkrecht in die Tiefe.

Das Gestein in der Rinne ist ein ungemein glatter, zäher, blaugrauer Ton und besteht zum größten Teil aus dem Bimssteinschlamm des Kraterwalles, der durch das fließende Wasser hereingeschwemmt wird. Der Zufluß ist nur gering, da die Rinne nur ein sehr kleines Einzugsgebiet für Schmelzwasser hat. Ein Teil des Seewassers, das diesen in Dampfform verläßt, wird auch durch die steilen Kraterwände aufgefangen und kondensiert und so dem Becken wieder zugeführt; hierzu kommt auch noch ein geringer Tribut an kondensiertem Wasser von den Solfataren der Kraterwände.

Das Niveau des Sees scheint jedoch von der Höhenlage des Grundwasserspiegels unabhängig zu sein, der vielleicht die Höhe des Kraterbodens noch gar nicht erreicht hat und daher von ihm nicht angeschnitten wird, oder aber durch die zähe, wasserundurchlässige Tonschicht der Kraterwände wie auch des Bodens vom Zutritt zum Kratersee abgesperrt wird, und vielleicht nur den Wasserdampf der Solfataren liefert.

Ich schließe das weniger aus den stark variierenden bisherigen Höhenangaben, die alle nur auf Schätzung beruhen, als vielmehr aus dem Vergleich meiner Aufnahmen mit einer von Spethmann herrührenden Photographie aus dem Jahre 1907, die in der Zeit seines Aufenthalts in der Askja angefertigt wurde; danach ist das Niveau des Sees innerhalb eines Jahres um etwa 1 m gestiegen. Vergleicht man diese Tatsache mit den von Jahr zu Jahr stets niedriger werdenden geschätzten Tiefenzahlen des Kraters, so kommt man zu dem Resultat, daß das Niveau des Sees im Rudloffkrater von Anfang an stetig und langsam gestiegen ist[1].

Meine Messungen ergaben eine Höhendifferenz von etwa 52 m zwischen dem Niveau des Sees und dem höchsten Punkte des Kraterrandes, eine Zahl, welche mit den letzten Schätzungen vortrefflich übereinstimmt.

Dagegen ist mir nichts von einem ähnlichen Steigen des Wasserspiegels im Knebelsee bekannt; überhaupt läßt die Entwickelungsgeschichte der beiden vulkanischen Seen nichts von einem jeweils korrespondierenden Ansteigen ihrer Wasseroberflächen erkennen, das vielmehr in beiden selb-

---

[1] Soeben erfahre ich durch liebenswürdige private Mitteilung sowohl von Hrn. Erkes als auch von Hrn. Spethmann, der ebenfalls in diesem Jahre wiederum die Dyngjufjöll besuchte, eine weitere Bestätigung dieser Angaben, indem das Niveau des Sees im Rudloffkrater seit meiner Anwesenheit dortselbst abermals merklich gestiegen ist, während eine Veränderung in der Lage des Seespiegels im Knebelsee nicht konstatiert werden konnte.

ständig und mit verschiedener Geschwindigkeit vor sich gegangen zu sein scheint. Die langsame, allmähliche und ständige Höhenzunahme des Wasserspiegels im Rudloffkrater ist meines Erachtens aber weit weniger ein Hinweis auf die Zufuhr juvenilen Wassers als vielmehr darauf, daß von seinen, durch den Tonschlamm zersetzten Gesteins undurchlässig gewordenen Wänden großenteils die auf die obenerwähnte Weise zugeführten vadosen Wassermengen im Kraterbecken zurückgehalten werden. Diese Erscheinungen stehen durchaus im Einklang mit dem ebenfalls steten Steigen des den Grundwasserspiegel darstellenden Seespiegels des Knebelsees selbst, der bis heute noch stets in tieferem Niveau eingestellt war als der Seespiegel des Rudloffkraters. Das Steigen des Seespiegels im Rudloffkrater müßte ein noch wesentlich rascheres sein, wenn nicht die starke Evaporation bei den starken Temperaturdifferenzen zwischen Seewasser und Luft in hohem Grade in entgegengesetztem Sinne wirken würde, und nicht anderseits doch vielleicht auch ein gewisses Maß unterirdischen Wasserabzuges vorhanden wäre.

An einzelnen Stellen steigen vom Grunde des Kraters durch das Seewasser Gase empor und verursachen lokale, heftige und dauernde Aufwallungen des Sees, die sich besonders auf drei Stellen im südlichen Teil desselben konzentrieren; die Dämpfe steigen in großen Blasen zur Oberfläche empor und platzen dort, nachdem sie dieselbe flach glockenartig emporgewölbt haben. Der von Spethmann hart am Ostufer des Sees beschriebene, etwa 30 cm hoch springende Wasserstrahl war zur Zeit meiner Anwesenheit offenbar auch schon unter die Wasseroberfläche des Sees geraten, denn gerade dort kochte es heftig am Rande und kleine Wasserstrahlen wurden ständig einige Zentimeter hoch in die Luft geschleudert[1].

---

[1] Spethmann nennt dieses Vorkommen eine »Springbrunnenquelle« und definiert es als einen Übergang von einer gewöhnlichen Quelle zu einem Geysir. Über die Herkunft des Wassers, ob es vados oder juvenil sei, macht er keine Angaben. Von den zahlreichen neuen Namen, die Spethmann in seinen Arbeiten als termini technici vorgeschlagen hat, muß ich diesen für einen der unglücklichsten halten; denn nach seiner Definition verbindet er zweierlei Begriffe, die zueinander in gar keinem engeren notwendigen Zusammenhang stehen: die Begriffe Quelle und Geysir. Dies erhellt schon aus der großen Zahl völlig verschiedener Erscheinungsformen, die sich unter dieser Definition vereinigen lassen. So z. B. wäre jeder auf längere Zeit ohne Unterbrechung springende Geysir ebenso wie jede intermittierende Quelle eine Springbrunnenquelle, anderseits würde auch jeder artesische Brunnen sich obiger Definition ohne weiteres anpassen. Diese Beispiele werden zur Genüge zeigen, daß die gegebene Definition des Wortes Springbrunnenquelle so vielerlei Deutungen zuläßt,

Die Temperatur des Sees ist eine wohl ausgeglichene; ich maß an verschiedenen Stellen wenige Zentimeter unter der Oberfläche 61° C. Über die heutige Tiefe des Sees kann ich keine Angaben machen. Jedenfalls aber hat sich der Kraterboden durch Verwitterungsschutt und eingeschwemmten Schlamm seit seiner Entstehung nicht unwesentlich erhöht, was auch gleichzeitig wieder als ein Faktor zu berücksichtigen ist, der den Wasserspiegel selbst hob. Durch Einstoßen eines Stockes nahe dem Ufer konnte ich konstatieren, daß dicker Tonschlamm die Unterlage des Wassers bildet. Jedes Einstoßen des Stockes rief ein starkes Freiwerden von Gasen hervor, die in Gestalt zahlreicher Blasen an die Oberfläche drangen. Auch Steinwürfe in die Mitte des Sees verursachten ein momentanes kurzes Aufwallen des Wassers.

Der etwa 90 m im Durchmesser messende See hat eine trübe, graublaue bis milchig graue Farbe, die jedenfalls von dem zerkochten Tonschlamm herrührt; auf seiner Oberfläche schwimmen feine Schwefelschüppchen herum. Auch die Solfataren, die hauptsächlich an der Ostwand konzentriert sind, setzen etwas Schwefel ab. Einige Solfataren sind auch an der Südwand tätig, einige wenige ebenso an einer Stelle der Nordwand, die sonst ebenso wie die Westwand von Solfataren frei ist. Die Dämpfe, die vom Seespiegel oft in dichten Wolken aufsteigen, sind stark schweflig sauer; man hat deshalb beim Einstieg in den Krater stets vorher die herrschende Windrichtung zu beobachten.

Die Tätigkeit der Solfataren an den Wänden wie auch die Dampfentwicklung im See war während meiner Anwesenheit eine mehrfach wechselnde ebenso wie auch die der Solfatarenfelder des Knebelkalderarandes, die ich im nächsten Kapitel noch zu erwähnen haben werde.

Der Rudloffkrater gehört zu der großen Zahl von Vulkanen kleineren Maßstabes, die ihre Kraft in einmaligem Paroxismus erschöpft zu haben

---

daß dieses sich als terminus technicus so lange nicht verwenden läßt, bis seine Definition seinem Begriffe engere Grenzen zieht.

Ich möchte gleich an dieser Stelle auf einen anderen terminus technicus hinweisen, den Spethmann vorschlägt: das Wort »gjá«. Dieses heißt zu deutsch »offene Spalte«. Damit ist jedoch schon ein derartig eingebürgerter und zugleich klarer Begriff bezeichnet, der keinerlei Mißdeutung zuläßt und auch durch keinerlei neue Beobachtung überholt ist, daß ich keinen Grund dafür finden kann, warum er durch einen fremdsprachlichen, allgemein unbekannten Ausdruck ersetzt werden sollte. Dies wird auch dadurch nicht geändert, daß schon vor Spethmann u. A. T. Anderson (Volcanic Studies, London 1903, S. 118) diesen Namen durch sein Buch einzuführen versucht hat.

scheinen. Wenigstens deuten alle Anzeichen, die sich aus dem Vergleich der historischen Angaben ergeben, auf eine seit der plötzlichen gewaltsamen Entstehung stetig abnehmende Aktivität. Nach dem Verhalten zahlreicher ähnlicher Kratere Islands zu schließen, ist auch eine zukünftige Eruption an diesem Punkte nicht mehr zu erwarten.

Die gewaltige Menge des im wesentlichen an einem Tage ausgespieenen Materials, die Thoroddsen auf 3—4 cbkm veranschlagt, besteht im wesentlichen aus Bimsstein. Der Bimsstein bildet im allgemeinen regellose Bruchstücke von silberweißer und goldiggelber Farbe. Vereinzelt sind die Stücke von ziemlich massigem Aussehen, aber schon eine nähere Betrachtung der Oberfläche, wie auch das geringe spezifische Gewicht lassen deutlich erkennen, daß die glasige Grundmasse von zahllosen feinen Poren durchsetzt ist. Dies sind jedoch Ausnahmefälle, ebenso wie es auch nur vereinzelt vorkommt, daß Bimssteinstücke die rundliche Form von Bomben annehmen, dabei auch durch den wechselnden Luftdruck hervorgerufene Deformationen der Außenseite sowie klaffende Kontraktionsrisse aufweisen.

Im allgemeinen ist der Bimsstein von großen, regellos angeordneten Dampfporen reichlich durchsetzt, die ihm eine grobmaschige Struktur verleihen. Sein spezifisches Gewicht bleibt hinter dem des Wassers zurück, wie die zahlreichen auf dem Wasser des Knebelsees umherschwimmenden Bimssteine ohne weiteres beweisen. Die Bimssteine werden vom Wind in den Buchten des Sees zusammengetrieben, um bei eintretender Änderung der Windrichtung wieder als streifenförmige Inseln auf die Seefläche hinausgetrieben zu werden (vgl. Taf. VIII, Fig. 18). Eigentümlich ist das metallisch klingende, melancholische Geräusch der aneinanderschlagenden und sich reibenden Bimssteine im Wasser. Frisch in den See gefallener Bimsstein ist nicht unwesentlich leichter als das Wasser, und es dauert viele Wochen lang, bis seine Poren sich soweit voll Wasser gesogen haben, daß er, den Einflüssen der Schwerkraft erliegend, zu Boden sinkt.

Naturgemäß liegen die größten Blöcke in unmittelbarer Nachbarschaft des Kraters besonders reichlich aufgehäuft und verlieren mit zunehmender Entfernung vom Eruptionspunkt an Größe. Diese Größenabnahme fällt bei einem Marsch nach Osten, in welcher Richtung entsprechend den bei der Eruption wehenden Westwinden der Bimsstein fiel, deutlich auf. So sind Bimssteinblöcke von 50 cm Kantenlänge in der Umgebung des Kraters keine Seltenheit. Jenseits der Dyngjufjöll übersteigt die mittlere Korngröße des

Materials kaum mehr den Durchmesser einer Faust, während an den Herdubreidartögl ein Grus meist rundlich abgeriebener Körner von etwa Haselnußgröße die Lava bedeckt. Der feinste Staub der Eruption wurde damals in wenig mehr als 21 Stunden in den oberen Luftschichten bis nach Stockholm entführt.

Unmittelbar nach dem Ausbruch war das ganze Ostland von Bimsstein tief bedeckt, doch führten die Gletscherflüsse des Hochlands sowie Regen und Wind von dem leicht transportablen Material in kürzester Frist große Massen ins Meer. Immerhin zerstörte dieser Ausbruch etwa 17 Farmen, von denen heute noch 5 brachliegen. Auch jetzt ist das Ódáđahraun im Osten der Dyngjufjöll noch von einer stellenweise mehrere Meter dicken Bimssteinschicht überzogen. Diese Decke allein ermöglicht es, die rauhe Blocklava, die sie unter sich birgt, zu Pferde zu passieren, wenn auch bei meinem Ritt hierüber mehr als einmal ein Pferd plötzlich bis über den Leib in ein darunter liegendes Loch einbrach.

Der Bimsstein verwittert sehr rasch und zerfällt dann zu feinem vulkanischen Staub, dessen glasharte feine Körnchen mit anderem Verwitterungsstaub von den Winden aufgegriffen, oft in gewaltigen Sandstürmen über das Land gefegt werden und ein mächtiges erodierendes Agens auf Island darstellen. Besonders häufig sind auch Wirbelwinde in diesen Gegenden, zufolge denen man oft eine ganze Anzahl sand- und staubbeladener Windhosen über das Hochland treiben sieht. Vielfach sind die Bimssteinstücke des Jahres 1875 schon soweit zersetzt, daß sie in der Hand zerbröckeln.

Das Bimssteinmaterial läßt im Gang der Eruption des Rudloffkraters scharf zwei Phasen erkennen. Die Eruption begann mit dem Auswurf schneeweißer, feinkörniger Bimssteinsande, die in allen Anschnitten die im Mittel etwa 2 m mächtige untere Schicht des Eruptionsmaterials bilden. Erst die zweite Phase des Ausbruchs brachte die ebenfalls mehrere Meter mächtige Schicht des grobkörnigen Bimssteines zum Ausbruch, der in den Profilen gewöhnlich scharf von den unteren feinen Sanden getrennt ist und wesentlich dunklere Farbe hat. Noch anders endlich ist das Bimssteinmaterial, das den Kraterwall zusammensetzt. Es ist ein blaugrauer, erhärteter, durch vulkanische Dämpfe zersetzter Schlamm; er ist nach meiner Meinung größtenteils erst nach dem stärksten Paroxismus des Vulkans gebildet, denn im allgemeinen steht die Heftigkeit des Ausbruchs im um-

gekehrten Verhältnis zum Maße der Akkumulation am Rande der Eruptionsöffnung; ferner verbürgen uns auch die Berichte der ersten Askjabesucher, daß der Krater noch lange nach der Haupteruption Gesteinsschlamm über seinen Rand emporwarf.

An den Gehängen des Kraters finden sich endlich auch Stücke von Obsidian und Bruchstücke basaltischer Laven. Letztere tragen fast durchweg Spuren einer mehr oder weniger weitgehenden Metamorphose, so daß eine Identifikation dieser Stücke mit irgendwelchem anstehenden Gestein mir nicht gelang. Sie sind im allgemeinen klein, jedoch fand ich z. B. auch eine dicke viereckige Platte von etwa 70 cm Kantenlänge. Sie können also entweder von den tieferen Lagen der Laven des Askjakessels stammen, oder aus Lavaeinlagerungen im Palagonit; eine dritte Möglichkeit endlich läge in ihrer Losreißung von dem Basaltuntergrunde, auf dem die Askja wie ganz Island ruht.

Der Bimsstein des Rudloffkraters bildet ein vortreffliches Wärme-Isolierungsmaterial; denn nur so ist es verständlich, daß unter seiner Bedeckung eine Schneeschicht des Jahres 1875 sich bis heute erhalten konnte. Durch diese Tatsache liegt hier das geologische Kuriosum vor, daß Wasser als Gesteinsschicht an einem Vulkan auftritt und anderen Schichten zwischengelagert ist. Diese, wie auch die zwei Bimssteinschichten in ihrem Hangenden, zeigt Taf. VIII, Fig. 19.

Vor der Eruption des Jahres 1875 waren die Dyngjufjöll unter einer starken Schneedecke begraben. Durch die bei der Eruption auffallenden heißen Gesteinsstücke müssen große Teile der oberen Schichten geschmolzen sein, während das abfließende Wasser beim Durchsickern der unteren Schneeschichten deren Verfirnungsprozeß eingeleitet haben mag. Dieser Prozeß setzte sich, nachdem eine direkte Wärmeeinwirkung des überlagernden Gesteins aufgehört hatte, dieses vielmehr die Wirkung der kurzen sommerlichen Wärmeperiode in den Dyngjufjöll auffing, allein durch die Wirkung des überlastenden Gesteinsdruckes fort. Dieser ist nun bei dem leichten spezifischen Gewicht des Bimssteines auch bei einer Mächtigkeit von 5—7 m kein sehr bedeutender, so daß bis heute der Verfirnungsprozeß noch nicht sehr weit vorgeschritten ist. Mit der Verfirnung dieses fossilen Schnees geht aber eine Luftabgabe und somit Volumenverminderung Hand in Hand; diese mag durch eine geringe Abschmelzung von der Oberfläche her noch beschleunigt werden. Eine Abschmelzung durch innere Wärme scheint heute

und auch schon seit geraumer Zeit hierbei nicht mehr mitzuwirken, denn sonst müßte man eine merkliche Abnahme der Mächtigkeit der Schneeschicht nach 35jährigem Liegen erwarten; doch weist nichts auf eine solche Reduktion in dieser Zeit hin, da ja sogar in verfirntem Zustande der Schnee lokal noch immer eine Mächtigkeit bis zu 6 m besitzt. Irgendwelche bedeutende Wärmezufuhr von unten kann also heute, wie durch das alleinige Vorhandensein dieser doch recht ansehnlichen Schneeschicht bewiesen wird, überhaupt nicht mehr stattfinden.

Durch das Vorkommen fossilen Schnees im Askjakessel an den Stellen der jüngsten eruptiven Tätigkeit erscheint es mir fraglich, ob die Tatsache, daß der Askjakessel früher von Schnee frei zu sein pflegt als seine Umgebung, auf innere Wärme zurückzuführen ist. Der Askjakessel ist an und für sich durch seine allseitig von hohen Bergen umschlossene Lage für ein rascheres Abschmelzen des Schnees besonders begünstigt; zudem erhält sich an der einzigen Stelle, an welcher der Wind freien Zutritt zum Kessel hat, im Askja Op und in dessen Umgebung, der Schnee bedeutend länger als an den anderen Stellen, ein Zeichen, daß äußere Einflüsse, nicht aber vulkanische Erwärmung, die frühere Abschmelzung des Schnees im wesentlichen bedingen. Während aber die Auflagerungsfläche der Schneeschicht einen durchaus einheitlichen Charakter trägt, soweit sie sichtbar ist, macht sich über der Schneeschicht die Bildung von Hohlräumen bemerkbar. Im Gebiete der Bruchzone der Knebelkaldera sind nämlich fast überall östlich vom Rudloffkrater Erdfälle eine häufige Erscheinung. Auch Spethmann fielen sie auf, der sie in gleicher Weise wie ich auf die Ursache der langsamen Volumenverminderung des begrabenen Firns zurückführt; auf diese Weise entstanden Hohlräume zwischen der Schneeschicht und dem überlagernden Bimsstein, der dadurch seinen Halt verlor und in die Höhlung nachstürzte (vgl. Taf. II, Fig. 5).

Diese Schicht fossilen Schnees verdient auch deshalb ein besonderes Interesse, weil ihr wechselnder Erhaltungszustand im Gebiete der Knebelkaldera uns einige Aufschlüsse über die Wärmeverteilung im Boden der damaligen Oberfläche gibt. Denn da die schützende Bimssteinschicht überall ziemlich gleich dick ist, können nicht nachträgliche atmosphärische Einflüsse eine wesentliche Ungleichheit in der Mächtigkeit der Schneeschicht auf große Erstreckungen hin erzeugt haben, sondern solche erklären sich im wesentlichen wohl nur aus der wechselnden Bodentemperatur ihres

Untergrundes, allerdings nur unter jedesmaliger Berücksichtigung etwaiger tektonischer Abbrüche und dadurch hervorgerufener Lageveränderungen.

Dabei zeigt sich folgende Verteilung: In der nächsten Umgebung des Rudloffkraters fehlt die Schneeschicht völlig (vgl. Taf. VII, Fig. 16). Die schneefreie Zone mag einen Radius von etwa 500 m haben. Weiter gegen Osten zeigen sich an den Anschnitten der Schollen wenige Meter über dem Spiegel des Sees die ersten Vorkommnisse von fossilem Schnee. Bei etwa 800—1000 m vom Rudloffkrater hat die Schicht im Durchschnitt etwa 50 cm Durchmesser und nimmt von da ab gegen Osten an Mächtigkeit beständig zu (vgl. Taf. VIII, Fig. 19). In den östlichsten Partien der Kaldera ist die Schicht am mächtigsten und erreicht nach Spethmann 6 m.

Diese Angaben zeigen, daß für die Erhaltung des fossilen Schnees einzig und allein seine Entfernung vom Rudloffkrater maßgebend war; d. h. mit anderen Worten: die vulkanische Wärme des Bodens ging im März 1875 im wesentlichen nur vom Rudloffkrater aus.

Zahlreiche Schollenabbrüche haben wohl sogar in den meisten Fällen den fossilen Schneehorizont erst im Laufe der Jahre an seine heutige Stelle gebracht, aber dies ändert nichts an dem genannten Resultat, da eben auch im höheren Niveau, in dem der Schnee damals lag, sich die gleichen Einflüsse geltend machten. Die damalige Abschmelzung der Schneeschicht muß wohl zu jener Zeit größtenteils durch innere Wärme veranlaßt worden sein und geschah jedenfalls sehr gleichmäßig, wie der ebene Verlauf der Unterlage wie des gesamten Schneebandes beweisen, das innerhalb der einzelnen Abbruchsschollen völlig ungestört lagert und nur eine Zunahme an Mächtigkeit nach Osten hin erkennen läßt. Dies ist um so merkwürdiger, als gerade im Osten der Knebelkaldera nahe bei der Stelle der größten Mächtigkeit des fossilen Schnees bereits am 3. Januar Ausbrüche vorgekommen waren. Die Beeinflussung des Bodens durch diese Eruptionspunkte infolge von Wärmeentwicklung muß infolgedessen schon 2 Monate nach ihrer Eruption völlig aufgehört haben.

Anders der Rudloffkrater, der heute noch durch die Wirkung heißer Gase aus seiner Tiefe nicht nur seine Gehänge schneefrei hält, sondern auch die Spalten, mit denen er verknüpft ist. Ein zweitägiger Schneefall während meines Aufenthalts in der Askja ließ mich diese Verhältnisse klar erkennen. Nicht nur die junge, klaffende Spalte, die von Osten nach Westen

auf den Krater zuläuft, bleibt schneefrei, sondern auch eine Anzahl von Punkten, die vom Rudloffkrater nach Süden ziehen und also der bereits geschilderten N–S-Bruchspalte am Seeufer parallel gehen. Diese Punkte liegen ebenfalls alle ganz nahe am Seeufer, so daß es sich hierbei wohl um eine verdeckte kleine Nebenspalte im Verhältnis zum Hauptbruch handelt, der ja auch von einer Thermenlinie begleitet wird. Im ungestörten Boden dagegen reicht die oberflächlich erkennbare Wärmeentwicklung des Rudloffkraters heute nicht mehr über die Gehänge des Vulkans hinaus.

Fassen wir die Resultate obiger Betrachtungen kurz zusammen, so ergibt sich, daß die Lage des Rudloffkraters im Askjakessel durchaus keine beliebige, sondern durch die Hauptabbruchsspalten des Massivs bedingt ist. Die Eruption des Rudloffkraters war eine der gewaltigsten, die wir seit historischer Zeit auf Island kennen; sie trat plötzlich ein und war in der Hauptsache fast an einem Tage beendet, währenddessen der Krater Bimsstein auswarf, der nach der scharfen Trennung der von ihm gelieferten Bimssteindecke in zwei Lagen von gänzlich verschiedenem Korn und anderer Farbe zwei deutlich getrennte Phasen der Eruption erkennen läßt. Bedeutende Magmamassen scheinen bei dieser sowie bei den unweit davon kurz vorhergehenden Eruptionen nicht bis nahe unter die Oberfläche mit emporgedrungen zu sein, da die Erhaltung und Verteilung des fossilen Schnees aus dem Eruptionsjahr gegen jede bedeutende Erwärmung des Bodens durch innere Wärme spricht.

Die Lava scheint vielmehr an einem anderen Punkte ihren Weg zur Oberfläche gefunden zu haben, wie ich im nächsten Kapitel darzulegen versuchen werde.

Kapitel V.

Die Knebelkaldera.

Zeit der Entstehung. — Kritische Betrachtungen der Ansichten Erkes' und Spethmanns. — Die Kaldera als unmittelbare Folge des Ausbruchs. — Die Sveinagjáausbrüche in ihren Beziehungen zu den Ausbrüchen in den Dyngjufjöll. — Periphere Vulkanherde und lokale Magmanester. — Die Knebelkaldera eine Einbruchskaldera. — Die Spalten und Verwerfungen im Bereiche der Knebelkaldera. — Der Knebelsee. — Seine Geschichte. — Temperaturmessungen. — Tiefenmessungen. — Die Formen des Einbruchbeckens unter der Seeoberfläche.

Die jüngste Phase in der Entwicklungsgeschichte der Dyngjufjöll ist die Bildung der Knebelkaldera mit dem Knebelsee. Aus der ungefähren Gleichzeitigkeit des Ausbruchs des Rudloffkraters und des Einbruchs der unmittelbar benachbarten Kaldera ergibt sich ohne weiteres ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen beiden. Bei der Bedeutung, die eine möglichst genaue Feststellung der historischen Daten für die Klarlegung der Entstehungszeit von Krater und Kaldera hat, ist es unumgänglich notwendig, einen Blick auf die einschlägige Literatur zu werfen, um so mehr, als die Wichtigkeit dieser Frage weit über den Rahmen der Dyngjufjöll hinausgreift und bedeutsames Licht auf die allgemein vulkanologische Frage der Korrelation von Einbruch und Ausbruch zu werfen geeignet erscheint.

Die Meinungen über die Zeit der Entstehung des Einbruchs gehen recht weit auseinander, doch ist es gerade wichtig, hierüber zu einem abschließenden Urteil zu kommen, da über die Zeit des Ausbruchs des Rudloffkraters kein Zweifel besteht. Die beiden Arbeiten, die im letzten Jahrzehnt über die Askja verfaßt wurden, stammen von Spethmann 1908 und Erkes 1909. Beide haben bereits die Quellschriften verarbeitet, und doch kommen beide zu einem recht verschiedenen Resultat.

Spethmann setzt die Genesis des Einbruchs zwischen Sommer 1875 und Januar 1876. Später erwähnt er nochmals die Entstehung von Einbruch und See im Herbst 1875.

Erkes dagegen, wohl einer der besten deutschen Kenner der isländischen Literatur, verlegt auf Grund ausführlicher Auszüge aus einer großen Zahl von Quellschriften die Entstehung in eine frühere Zeit und

schließt sich der Ansicht älterer Autoren an, daß die Senke teilweise schon vor dem Jahre 1875 bestanden habe. Diese Meinung vertrat zuerst Johnstrup, ohne sie jedoch irgendwie näher zu belegen. Auch Thoroddsen steht noch auf dem Boden dieser Anschauung, obwohl ihm die große Frische der Bruchwände deren große Jugendlichkeit als sicher erscheinen ließ.

Erkes kommt nun zu dem Schluß, daß die Senke jedenfalls nicht lange vor 1875 entstanden sei. Auch er begründet diese Anschauung leider nicht näher, sondern erwähnt lediglich die Möglichkeit eines Zusammenhangs ihrer Entstehung mit den großen Erdbeben von 1872 und 1874. Für diese Auffassung liegt jedoch, solange keine tatsächlichen Hinweise auf einen solchen Zusammenhang oder wenigstens auf die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammenhanges geltend gemacht werden können, keinerlei Grund vor. Im Gegenteil scheinen mir mehrere Punkte dagegen zu sprechen.

Die Beben von 1874 wurden mit der Eruption am 3. Januar sofort deutlich schwächer. Daraus aber erhellt nur, daß die Spannung im Innern der Erde durch die Eruption eine Entlastung bekommen hatte, bringt sie aber nicht mit einem Einbruch vor der Eruption in Zusammenhang. Wäre anderseits der frühere Einbruch der Kaldera die Ursache der Beben gewesen, so wäre die entfernte Lage der hauptsächlichsten Erschütterungsgebiete vom Einbruchsfeld höchst auffallend, anderseits stände auch die geringe Größe des Senkungsfeldes in einem höchst unwahrscheinlichen Verhältnis zur Größe des Erschütterungsgebietes und der Gewalt der dortigen Erschütterungen. Wenn aber dort tatsächlich solche Spannungen in der Erdkruste bestanden hätten, daß durch eine kleine Ursache so gewaltige Wirkungen ausgelöst wurden, warum haben dann diese Beben nicht bereitsdie Einbrüche in der ihnen doch viel näher liegenden Sveinagjá veranlaßt, die 1875 erst eintraten, als dort mächtige Lavamassen zur Eruption gekommen waren? Sollte nicht analog der Einbruch auch hier erst entstanden sein, nachdem der vorangehende Ausbruch den nötigen Raum zum Einbruch geschaffen hatte? Denn an und für sich war gerade damals unter den Dyngjufjöll kein leerer Hohlraum zu erwarten, wie die gewaltige Dampfspannung der unmittelbar folgenden Explosionen zeigt.

Ich kann sonach rein theoretisch die genannten Erdbeben weder als Ursache noch als Wirkung der Entstehung der Knebelkaldera betrachten; jedenfalls müßten aber erst irgendwelche Gründe für die Wahrscheinlichkeit

der Entstehung des Einbruchs vor 1875 geltend gemacht werden, wenn man seine Genetik in eine frühere Zeit versetzen will.

Ein solcher Versuch wird durch keine beobachtete Tatsache gestützt. Im Gegenteil sind alle Berichterstatter darüber einig, daß mindestens eine gewaltige Vertiefung der Senkung nach 1875 stattgefunden haben müsse. Durch direkte Beobachtung läßt sich natürlich nicht entscheiden, ob eine Bruchlinie aus dem Jahre 1874 oder 1875 stammt. Daß der Rudloffkrater älter ist als die ihn durchsetzende O–W-Spalte, wurde schon erwähnt. Die heutige Form und Größe der Kaldera ist daher außer allem Zweifel jünger als die Eruption, wie auch aus den noch immer stattfindenden Abbrüchen großer Schollen zum See hinab klar hervorgeht. Einen Grund zur Annahme einer vorher schon vorhandenen Senke könnte ich aber nur dann anerkennen, wenn die Masse des Ausbruchs geringer gewesen wäre als das Volumen des Einbruchs; denn sonst bleibt die Annahme, daß eine vulkanische Einsenkung, die zweifellos nach dem Ausbruch in bedeutendem Maße stattfand, schon vorher angelegt war, eine rein willkürliche Hypothese. Eine Vergleichung des Volumens der beiden hier in Betracht kommenden Massen geht begreiflicherweise nicht über den Rahmen einer rohen Schätzung hinaus und hat auch nur insofern Wert, als sie einen ungefähren Begriff darüber geben soll, ob die in Betracht kommenden Zahlen sich auch nur annähernd das Gleichgewicht halten.

Gehen wir bei der Schätzung des Volumens der Knebelkaldera vom Niveau der Askjaebene aus, nehmen wir die Länge des Sees zu 4,5 die Breite zu 3 km und die größte Tiefe zu 300 m an, bei einem Gefälle des Bodens von 15° bis zur 200-m-Linie, während der Rest dem Boden einer flachen Schale gleichen möge[1], so kommen wir zu einem ungefähren Volumen von 1,000,000,000 cbm, Thoroddsen dagegen hat das Volumen des ausgespieenen Bimssteins zu etwa 3,000,000,000 cbm berechnet. Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß der durch die Eruption entstandene Massendefekt keinesfalls geringer ist als das Volumen der gesamten Einsenkung der benachbarten Kaldera.

Aus diesen Gründen kann ich mich der Ansicht Erkes', daß die Kaldera ganz oder zum Teil schon vor dem Jahre 1875 entstanden sei, nicht anschließen.

[1] Auf die Berechtigung dieser Annahme werde ich in den folgenden Seiten noch zurückkommen.

Ich habe nun noch die Angaben Spethmanns, der die Entstehung der Kaldera etwa in den Herbst 1875 verlegt, einer kurzen kritischen Betrachtung zu unterziehen. Obwohl ich mich dem Spethmannschen Grundgedanken, daß die Kaldera nach dem Ausbruch und als dessen Folge entstanden sei, voll und ganz anschließe, bin ich nach der vorliegenden Literatur zu einer anderen Ansicht über die genauere Zeit der Entstehung gekommen. Es ist von vornherein sehr auffällig, daß die Folge eines so gewaltigen Ausbruches, wie ihn die Explosion des Rudloffkraters darstellt, erst nach etwa einem halben Jahr einsetzen sollte, um sich dann rasch und ruckweise zu einem gewaltigen Einbruchskessel auszubilden. Spethmann gründet seine Ansicht vornehmlich auf zwei Berichte: Als Jon Thorkelsson im Februar 1876 in der Askja war, war die Senke bereits vorhanden; als jedoch Watts im Juli 1875 dort weilte, soll sie nach Spethmanns Angabe noch nicht existiert haben, weil Watts nicht sie beschrieb, sondern nur den Rudloffkrater erwähnte, man aber notwendig erwarten sollte, daß ein derart auffallendes Phänomen auch ihm der Erwähnung wert geschienen haben müßte.

Ich kann mir diesen Irrtum Spethmanns nur aus der Annahme erklären, daß ihm Watts Buch unbekannt war; denn er zitiert nur dessen kurzen Bericht, der im Journal der Royal Geographical Society 1876 abgedruckt ist, in dem freilich der Rudloffkrater flüchtig erwähnt ist. Aber Watts Buch[1] selbst läßt keinen Zweifel darüber, daß er die Knebelkaldera gesehen. Erkes verdanken wir in seiner Arbeit einen ins Deutsche übertragenen Auszug der hier einschlägigen Stellen; es genügt deshalb, auf diesen zu verweisen und hier nur einige der wichtigsten Sätze zu wiederholen:

Watts kam über die östlichen Dyngjufjöll zur Askja: »Wir standen auf dem Gipfel und hatten unter uns eine Hölle von Dampf und fürchterlichem Getöse..... Offenbar stürzten die Seiten des Kraters ein, und gewaltig breite Risse, selbst wo wir standen, zeigten, daß unsere Lage nicht sehr sicher war..... Eines war zweifellos: Dies war der Vulkan Öskjugjá ..... und wir standen auf dem Ostrande seines Kraters!..... Anscheinend eine englische Meile (1.6 km) nördlich von uns sahen wir den tief unter uns liegenden (jenseitigen) Kraterrand, und während wir ihn betrachteten, öffnete sich am Rande ein breiter Riß, und langsam und verhältnismäßig geräuschlos löste sich ein großer Felsabschnitt und glitt in die Tiefe, wo

[1] Across the Vatna Jökull. London 1876.

er unseren Blicken entschwand. Der Nebel hellte sich weiter auf, und nun sahen wir in der NNO-Ecke des Tales jenseits des Kraterrandes eine Ausbruchsöffnung, ähnlich der Mündung eines Kohlenschachtes, woraus eine Säule pechschwarzen Rauches aufstieg.... . Nunmehr brach die Sonne durch..... Wir konnten jetzt den ganzen Krater und seine Umgebung sehen...... Dieser Krater, den wir vielleicht Öskjugjá oder »Schachtelkluft« nennen dürfen, ist dreieckig[1] und hat ungefähr fünf englische Meilen (8 km) Umfang. Die Grundlinie des Dreiecks liegt im NW und ist annähernd $1\frac{1}{4}$ englische Meile (2 km) lang. Von dieser Grundlinie, die ziemlich auf der gleichen Ebene mit dem Askjaboden liegt, schneidet eine senkrechte Felswand nach unten alle Verbindung mit dem Kraterboden ab, der sich in einer Tiefe von wahrscheinlich 400—500 Fuß (120—150 m) unterhalb der beschriebenen Ebene allmählich zum Mittelpunkte neigt...... Die Ost- und Westseite des Kraters ist nach Süden ausgebuchtet und von hohen Bergen eingeschlossen, die bis zu 1000 Fuß (305 m) steil über die Askjaebene aufsteigen, so daß es aussieht, als sei die Innenseite dieser Berge von der Gewalt des Vulkanausbruchs glatt weggeschoren worden und nichts übriggeblieben als die gewaltig hohen senkrechten Felsen...... An einer Stelle schien es mir möglich, den Kraterboden zu erreichen, und da es uns einen großen Umweg ersparte, wenn es uns gelang, dort hinüber zu kommen, ... kletterten wir an einem sehr steilen Bimssteinhang etwa 750 Fuß (228 m) abwärts; dann fanden wir unseren Weg durch den schon erwähnten Innenrand des Kraters abgeschnitten...... Als wir endlich die Höhe erreicht hatten, gingen wir längs der Felsen an der Ostseite des Kraters...... Hierauf untersuchte ich den Schacht, den ich am Morgen bemerkt hatte und der oberhalb der Einsenkung liegt; er hat ungefähr $\frac{1}{4}$ englische Meile (400 m) im Umfang......«

Aus diesen Daten, die ich noch vermehren könnte, geht unzweifelhaft hervor, daß der Einbruch der Knebelkaldera im Juli 1875 in allen Hauptzügen bereits vollendet war.

---

[1] Eine sich als Dreieck von der Umgebung abhebende Geländeform gibt es in den Dyngjufjöll überhaupt nicht. Aber offenbar war bei der starken Dampfentwicklung das Einbruchsgebiet nur schwer zu überblicken, und es kann von den fernen Bergen im Osten aus die gegenüberliegende bogenförmige Basaltwand leicht als gerade aufgefaßt worden sein, von deren beiden Endpunkten dann die gerade Südwand und die heute wenigstens ziemlich ausgebuchtete Ostwand als die Schenkel des genannten Dreiecks auf den Beschauer zulaufen.

Ich kann mich also auch der Ansicht Spethmanns nicht anschließen, sondern komme zu dem Resultat, daß die Knebelkaldera sich in unmittelbarem Anschluß an die eruptiven Vorgänge im Askjakessel als deren direkte Folge gebildet hat.

Nun entsteht dadurch, daß die eruptiven Vorgänge von 1875 nicht auf den 29. März 1875 beschränkt waren, sondern bereits durch einige Explosionen im äußersten Südosten der Kaldera eingeleitet wurden, immerhin noch ein gewisser Spielraum für die Entstehungszeit der Kaldera. Diese Eruptionen fanden am 3. Januar 1875 statt; es wurden dabei hauptsächlich nur die Gesteine des Untergrundes herausgeschleudert, scheinbar etwas vermischt mit wenig vulkanischem Material. Diese Eruptionspunkte sind 1884 das letztemal von Thoroddsen erwähnt worden; seitdem sind sie unter das steigende Niveau des Knebelsees gerückt und damit der Beobachtung unzugänglich geworden. Aber nach der Karte Carocs in Johnstrups Arbeit zu schließen, muß die Verbreitung des hier entstandenen eruptiven Materials nur eine sehr geringe gewesen sein; die rasche, völlige Beruhigung und Erkaltung dieser Eruptionspunkte habe ich schon im Zusammenhang mit der Verbreitung des fossilen Schnees erwähnt. Aus diesen Betrachtungen scheint mir hervorzugehen, daß sie im Verhältnis zu der 2½ Monate später erfolgten Hauptexplosion von nur geringer Bedeutung waren; doch ist durch ihr Vorhandensein zweifellos die Möglichkeit gegeben, daß die erste Anlage der Knebelkaldera bereits im Anschluß an ihre Eruption entstand.

Daß dies tatsächlich der Fall war, scheint mir aus einem Berichte von 4 Isländern hervorzugehen, die im Anschluß an diese mit starken Erdbeben verknüpften Eruptionen die Dyngjufjöll Mitte Februar besuchten. Ich entnehme der Übersetzung Erkes' folgende Daten:

»Der Hauptkrater befand sich jetzt in der Südecke der Berghöhe, im Westen unterhalb des östlichen Gebirgsrandes; er warf Gestein und Schlamm mehrere 100 Fuß hoch in die Luft, und wegen des Ausbruchs konnten die Männer nicht an den Krater herankommen, der 60—70 Faden tief war (113—132 m)[1]. In der Nähe sahen sie noch mehrere kleinere Krater; aus

[1] Sollte die Schätzung der Tiefe des Kraters nicht Phantasie sein? Denn wie kann man die Tiefe eines Kraters sehen, an den man nicht herankommen kann? Es sei auch nebenbei bemerkt, daß nicht etwa die steile Abbruchswand der heutigen Kaldera die Isländer am Vordringen zum Krater hinderte, wie sie später Watts überall hindernd ent-

einigen von ihnen kochte eine Wasserflut heraus, die zwischen der Lava einen Teich bildete ..... Überall ringsum war die Lava zerklüftet und auseinandergerissen; es hatten sich breite Spalten und Risse gebildet, und an einigen Stellen war der Lavaboden eingesunken.«

So ungenau und unklar dieser Bericht auch sein mag, jedenfalls scheint mir doch aus dem letzten Satz mit ziemlicher Deutlichkeit das eine hervorzugehen, daß damals eine irgendwie große und einheitliche Senkung noch nicht bestand, daß vielmehr ihre Bildung durch die vorangegangenen geringeren Eruptionen höchstens eben erst eingesetzt hatte.

Ich komme daher zu dem Resultat, daß die ersten Anfänge der Bildung der Knebelkaldera auf den Januar 1875 zurückgreifen, keinesfalls aber älter sind, daß dagegen die eigentliche Kaldera erst dem Ausbruch des 29. März ihre Entstehung verdankt.

Danach würde auch der jeweiligen Eruption eine der Bedeutung und Größe dieser Eruption einigermaßen entsprechende Einsenkung gefolgt sein.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zeiten der mir bekannten vulkanischen Kraftäußerungen des nordöstlichen Islands während der fraglichen Jahre. Sie wurde hauptsächlich im Anschluß an die Angaben Johnstrups und Erkes' zusammengestellt.

Die Zusammenstellung zeigt jedoch nicht nur, daß bis zum ersten Ausbruch in den Dyngjufjöll die Spannungen in der Erdkruste stetig zunahmen; sie zeigt auch nicht nur den Zusammenhang zwischen Ausbruch und Einbruch in der Askja, sondern die vulkanischen Erscheinungen in den Dyngjufjöll lassen auch deutliche Beziehungen zu den Eruptionen in der Sveinagjá erkennen; denn sowohl auf die Eruptionen vom 3. Januar folgten nach etwa 5 Wochen Ausbrüche auf der etwa 60 km weiter nach Norden gelegenen Spalte, die mehrere Wochen anhielten und dabei nach Norden fortschritten, als auch auf die Explosion des Rudloffkraters am 29. März, auf die schon nach einer Woche die Spalte durch Magmaerguß, diesmal in weiter nach Süden zu aufreißenden Teilen, reagierte.

In den Dyngjufjöll kam nur explosives Material, und zwar fast ausschließlich ein weiß bis gelber Bimsstein, zum Ausbruch. Bei der Spalten-

---

gegentrat, sondern nur der Auswurf von Gestein! Auch Erkes fiel es schon anläßlich der Beschreibung der Form der Askja auf, daß der gedruckte Bericht eine deutliche Beeinflussung durch spätere Angaben von Watts zeigte.

Tabellarische Übersicht der vulkanischen Erscheinungen in Nord- und Zentralisland 1872—1876.

Jahr	Monat	Tag	Nord- und Zentral-island	Askja (Explosionen)		Sveinagjá (Spalteneruption)				Höhenlage der Eruptionspunkte in Metern etwa
				Ausbrüche	Einbrüche	Ausbrüche d. nördl. Krater	Ausbrüche d. mittl. Krater	Ausbrüche d. südl. Krater	Einbrüche	
1872	—	—	Erdbeben	—	—	—	—	—	—	—
1873	Jan.	—	Ausbruch im Vatna Jökull	—	—	—	—	—	—	—
1874	—	—	Erdbeben im nördl. u. östl. Island	—	—	—	—	—	—	—
1874	Dez.	—	Erdbeben stets stärker werdend	—	—	—	—	—	—	—
1875	Jan.	2.–3.	Bes. heftige Erdbeben	Eruption der südl. Krater	—	—	—	—	—	1040
1875	Jan.–Febr.	—	Deutl. Nachlassen der Erdbeben	Dampfentwicklung in den Dyngjufjöll	Konstatierung der ersten Anfänge in der Bildung der Knebelkaldera	—	—	—	—	—
1875	Febr.	15.	—	"		—	—	—	—	—
1875	"	28.	—	"	—	—	Ausbruch basalt. Lava	—	Den Ausbrüchen folgten Einbrüche von nicht näher bekanntem Datum	403
1875	März	10.	—	"	—	Ausbruch basalt. Lava	—	—		390
1875	"	28.	—	Bes. starke Dampfentwicklung	—	—	—	—	—	—
1875	"	29.	—	Bimssteinausbruch des Rudloffkraters	—	—	—	—	—	1130
1875	April	4.	—	Dampfentwicklung	—	—	—	Ausbruch basalt. Lava	—	440
1875	Juli	15.	—	"	Watts konstatiert das Vorhandensein d. Knebelkaldera in allen ihren wesentlichen Zügen	—	—	—	Den Ausbrüchen folgten Einbrüche von nicht näher bekanntem Datum	—
1875	Aug.	15.	—	"		—	—	Ausbr. basalt. Lava m. stärkeren explosiven Erscheinungen		440

eruption der Sveinagjá dagegen traten die explosiven Erscheinungen, wie dies bei Masseneruptionen stets der Fall ist, sehr in den Hintergrund; dagegen wurden ungeheure Massen basaltischen Magmas als weite Decken über die Umgebung der Spalte gebreitet[1].

Diese scharfe Trennung im petrographischen Charakter des Eruptionsmaterials zweier Eruptionspunkte, die allem Anschein nach in unterirdischem Zusammenhang miteinander stehen, ist auf Island nicht einzeln dastehend. Ein Analogon ist mir in der Eruption der sehr jungen (von unbekanntem Datum) Obsidianlavaströme und Bimssteine im Liparitgebirge des Torfajökull im Südland und der gleichfalls sehr jungen basaltischen Massenergüsse aus Spalten am Fuße dieses Gebirges (ebenfalls von unbekanntem Datum) aus eigener Anschauung bekannt. Ein weiteres gemeinsames Charakteristikum, das nach meiner Meinung den Schlüssel zur Erklärung dieser Verhältnisse liefert, kommt ebenfalls beiden Lokalitäten zu. Die Eruptionspunkte des spezifisch leichteren Bimssteins und Obsidians liegen stets wesentlich höher als die Eruptionspunkte der schweren, gasarmen, basischen Basaltmagmen. Diese Verhältnisse weisen auf irgendwelchen Zusammenhang der Magmaherde, die beide Eruptionspunkte speisten, hin. Über die Art des Zusammenhangs können wir naturgemäß bei unsern heutigen Kenntnissen über das Verhalten magmatischer Schmelzflüsse über Vermutungen nicht hinauskommen. Immerhin hat schon Johnstrup eine Erklärung gegeben, die mit den tatsächlichen Verhältnissen sich sehr gut deckt. Den treffenden Vergleich, bei dem man den Schaum auf dem Bier dem gasdurchtränkten Bimsstein auf dem schweren Schmelzfluß gegenübergestellt hat, wendet Johnstrup zur Erklärung dieser Erscheinungen an. Er glaubt, daß eine leichtere, von Gasen besonders reich imprägnierte Schicht auf dem Schmelzfluß schwamm, die dann im höheren Niveau zum Ausbruch kam, während der schwere Basaltschmelzfluß sich nicht mit zur Höhe hob, sondern sich in tieferem Niveau seinen Weg bahnte.

---

[1] Über die Berichte dieser Eruptionen ist als Literatur besonders anzuführen:

Th. Thoroddsen, Island. Peterm. Mitt. 1905.

Johnstrup, Indberetning om den af Professor Johnstrup foretagne Undersögelsereise paa Island i Sommeren 1876.

Auch meine »Isländischen Masseneruptionen« geben die hierhergehörigen Angaben wieder sowie auch die im folgenden angeführte Analogie zwischen diesen Ausbrüchen und einigen Eruptionen im Südland. (Kokens geolog. u. paläontolog. Abhandl. 1910, Heft 2.)

Verfolgen wir diesen Gedanken etwas ausführlicher, so ergibt sich, daß er alle in Betracht kommenden Faktoren im Prinzip berücksichtigt. Zunächst ist aus dem Zusammenhang der eruptiven Erscheinungen wohl sicher auf einen unterirdischen Zusammenhang der die Eruptionsstellen speisenden Magmen zu schließen.

Dabei sind zweierlei Annahmen möglich: einmal kann sich ein großer Magmaherd unter dem rezent vulkanischen Gürtel unter der Oberfläche mindestens von der Gegend der Dyngjufjöll bis zu dem nördlichen Ende der Sveinagjá erstrecken, was einer ungefähren Längenerstreckung von 80 km entspricht. Da auch außerhalb dieses speziellen Gebiets, das durch die Eruptionen von 1875 einen gewissen Zusammenhang verriet, sowohl in unmittelbarer Nähe wie auch auf größere Entfernung hin zahlreiche historisch junge, also geologisch als gleichzeitig aufzufassende Eruptionspunkte liegen, so wäre gar kein Grund vorhanden, diesen Magmaherd mit den beiden Oberflächenendpunkten Askja und Sveinagjá zu begrenzen. Denn lediglich die gleichzeitige Reaktion dieser beiden Punkte ist an sich noch kein Grund hierfür; wenn man nämlich hier einen Magmaherd unter einem von zahlreichen Vulkanen besetzten Gebiet annimmt, so wird man das auch für andre Gebiete, die unter ähnlichen Erscheinungen der Erdoberfläche aufsitzen, tun müssen. Island ist aber geradezu der Typus eines stark vulkanischen Gebiets. Tatsache aber ist auch, daß in keinem Gebiet der Erde, das von zahlreichen Vulkanen besetzt ist, alle gleichzeitig oder in unmittelbarer Folge tätig sind. Vielmehr äußert sich die vulkanische Eruptionstätigkeit stets nur an einem oder an einigen voneinander abhängigen Punkten, deren Zahl und Lage sogar wechseln kann. Da man nun in diesem Fall keinen besonderen Grund hätte, den Magmaherd mit Askja und Sveinagjá enden zu lassen, vielmehr die Gleichartigkeit und relative Gleichzeitigkeit der Eruptionen sowie die durchweg gleiche Beschaffenheit des Eruptionsmaterials auf kontinuierliche Verhältnisse der diese Eruptionspunkte speisenden Quellen hinweisen, so hätte man allen Grund, die Grenzen dieses angenommenen einheitlichen Magmaherdes noch weiter zu ziehen und seine Grenzen etwa mit der Grenze seiner eruptiven Wirksamkeit an der Oberfläche zusammenfallen zu lassen. Man könnte sogar theoretisch noch weiter gehen von dem Gesichtspunkte aus, daß die Eruptionspunkte aller dieser auf gleiche Weise zur Oberfläche beförderten gleichaltrigen und gleichartigen Eruptionsprodukte in einer breiten Zone liegen, die quer durch die

Insel streicht, und die nur in dieser Zone der Störung einem weit über die Grenzen derselben hinausgehenden Magmaherd die Eruption seiner Massen gestattete.

Doch selbst wenn wir von dieser die Grenzen des einheitlichen Magmaherdes noch erweiternden Annahme, die auch durch die Vulkanlosigkeit der begrenzenden Hauptabbruchsspalten nicht gerade gestützt wird, absehen, kommen wir zu der Frage: Ist ein so großer, einheitlicher Magmaherd wahrscheinlich?

Zunächst wäre es unter dieser Annahme nach einfachen physikalischen Grundsätzen doch nur als wahrscheinlich zu bezeichnen, daß ein sehr großer einheitlicher Vulkanherd tiefer liegen würde als etwa ein kleines, nur mit einem Vulkanzentrum an der Oberfläche verbundenes Magmanest liegen könnte. Sodann aber müßten im ersteren Falle doch sämtliche Eruptionen des Gebietes von der Oberfläche dieses Magmaherdes ausgehen, also mehr oder minder in einem einheitlichen Tiefenniveau ihren Ursprung nehmen.

Erstarrte Schmelzflußherde bieten sich unsern Blicken in den ihrer Deckschichten beraubten Lakkolithbergen dar[1]. Aber dieselben weisen fast nie eine Differenzierung in eine obere saure und eine untere basische Schicht auf. Den Grund hierfür kann man doch kaum nur in der vollen Auskristallisation des Gesteins suchen, sondern man muß wohl schon ein im allgemeinen einheitliches Gemenge der Flüssigkeiten des Schmelzflusses vor der Erstarrung annehmen.

Wie verhalten sich nun die tatsächlich zu beobachtenden Erscheinungen auf Island zu diesen Betrachtungen? Einmal möchte ich hier sogleich anführen, daß Sapper auf Grund seiner Untersuchungen auf Island[2] zu der Ansicht gekommen ist, daß die benachbarten Eruptionen der Eldgjá und von Laki derartig verschiedene Kraftentwicklung an der Oberfläche vorauszusetzen notwendig machen, daß die vulkanischen Kräfte vermutlich nicht aus gleicher Tiefe kamen. Dieser Ansicht konnte ich mich aus eigener Anschauung völlig anschließen.

---

[1] Vgl. hierüber auch H. Reck, »Über Erhebungskratere«. Monatsber. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910. In dieser Arbeit wird speziell auf mehrere Beispiele hingewiesen, in denen der Zusammenhang von Vulkanen an der Erdoberfläche mit magmatischen Lakkolithintrusionen klar hervortritt.

[2] Sapper, Über einige Vulkanspalten usw.

Ferner wird noch Licht auf diese Frage geworfen durch das gänzlich verschiedene Verhalten zweier völlig gleichartiges Material liefernden Vulkanarten, die in unmittelbarster Nachbarschaft auftreten: der Spalteneruptionen und der Schildvulkane.

Die Spalteneruptionen lassen ja doch unzweifelhaft das Magma auf langen Spalten zutage treten, die demnach Risse, d. h. Schwächelinien, darstellten und so dem Magma den leichtesten, wenn auch nicht immer kürzesten Weg zur Oberfläche wiesen. Bei einem einheitlichen Herd, der seinen Überdruck in einem so spaltenreichen Gebiet, wie es das nordisländische ist, durch Spalteneruptionen entlasten kann, wäre gar kein Grund denkbar, der das Magma nötigen könnte, sich außerdem noch in spaltenlosen Röhren durch das Gestein selbständig langsam durchzuschmelzen, wie es bei den Schildvulkanen der Fall ist. Die Spaltenlosigkeit der isländischen Lavaschilde dürfte ja wohl nach den schon anderwärts von mir angeführten Beobachtungen und Tatsachen als erwiesen zu betrachten sein, und ebenso weist alles darauf hin, daß der Schmelzfluß selbst, nicht etwa ein Gasüberschuß desselben, diese Vulkane ins Leben rief. Dies besagt, daß sie nicht durch Explosionen, sondern durch langsames Durchschmelzen des überlastenden Gesteins entstanden sind, wofür besonders der Mangel jeglicher Ansammlung von explosivem Material an der Basis der Vulkane wie auch die zahlreichen schicht- bis linsenartigen Injektionen von Magma (wie sie auch bei Lakkolithen häufig auftreten) nahe unter der Basis dieser Vulkane sprechen.

Ich vermag es nicht, diese sich gegenüberstehenden Erscheinungen auf eine gleichartige Magmaoberfläche und damit auf einen gemeinsamen Schmelzherd zu beziehen.

Bei der Annahme eines einheitlichen Herdes finden auch noch einige andere Erscheinungen nur schwer ihre Erklärung. So müßte man doch vermuten, daß bei einem unmittelbaren unterirdischen Zusammenhang zweier oder mehrerer Eruptionspunkte ihre gegenseitige Bewirkung sich ebenfalls unmittelbar folgen sollte. Tatsächlich ist dies aber sehr oft nicht der Fall. So auch in der Askja, wo dem Ausbruch der südlichen Askjakrater erst nach 5 Wochen der Magmaerguß in der Sveinagjá folgte. Auch bei der zweiten Eruption in der Askja erfolgte in der Sveinagjá erst nach einer Woche der Ausbruch. Was aber dabei noch unverständlicher ist — bei der Annahme eines einheitlichen Herdes —, ist ein Umstand, der in der

Tabelle klar zum Ausdruck kommt: auf die jeweiligen Ausbrüche in der Askja folgten der Menge dieser Ausbrüche proportionale Einbrüche an Ort und Stelle, und erst hierauf der Ausbruch basaltischen Magmas an anderer Stelle.

Diese zeitliche Abhängigkeit ist besonders für die erste geringere Eruption durch Beobachtung verbürgt; daß auch bei der Explosion des Rudloffkraters der Einbruch in unmittelbarer Folge kam, habe ich bereits dargelegt; jedenfalls war er sicher vor dem kurze Zeit später erfolgten zweiten Erguß in der Sveinagjá in allen wesentlichen Zügen bereits vorhanden. Die Einbrüche waren also offenbar die Folgen der Ausbrüche und entstanden infolge des durch diese hervorgerufenen Massendefektes.

Warum aber das flüssige Magma eines einheitlichen Vulkanherdes, der unter derartigen Spannungen steht, daß Explosionen wie die des Rudloffkraters stattfinden können, nicht sofort den durch die entweichenden Gase geschaffenen Raumüberschuß ausfüllte, ist mir unerklärlich.

Nach diesen Ausführungen muß ich es als sehr unwahrscheinlich betrachten, daß auch nur die Vulkane Nordislands von einem einheitlichen Vulkanherde unmittelbar gespeist werden.

Alle diese Schwierigkeiten werden beseitigt, sobald man sich der zweiten Möglichkeit zuwendet und eine größere Anzahl kleinerer Magmanester im unmittelbaren Untergrunde Islands annimmt, die erst ihrerseits zum Teil eine Verbindung mit den entsprechend tieferliegenden, von Stübel sogenannten sekundären Vulkanherden haben.

Diese Magmanester können zunächst in den verschiedensten Tiefen liegen. So scheint es mir wahrscheinlich, daß die Herde der Schildvulkane außerhalb des Bereiches der oberflächlichen Spalten liegen, weil sie sämtlich in regelloser Verteilung, lediglich der Zone stärkster vulkanischer Betätigung folgend, ohne Spalten entstanden sind und auch, nach der Dünnbankigkeit ihrer Laven zu urteilen, auf eine noch höhere Temperatur ihres Magmas schließen lassen als die Spalteneruptionen, die durch die Einbrüche der Oberfläche in ihrer Richtung bestimmt werden.

Natürlich erscheint es mir ferner, daß leichte saure Schlieren des Schmelzflusses und noch mehr die überschüssigen Gase desselben in die Höhe drängen, und so die der Erdkruste am nächsten gelegenen Herde bilden, die sie bei stetig wachsendem Druck durch Nachschub von unten in einem gegebenen Momente sprengen. Daher die besonders große Zahl selbständiger Explosions-

krater, die durch einen einzigen Gewaltakt entstehen und sich erschöpfen, und die dazu einer Spalte nicht bedürfen. Im Falle des Rudloffkraters freilich war eine solche Spalte in den Bruchstaffeln des Massivs gegeben, die dann die Gase auch benutzten.

Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß diese Gase sich gerade unter dem Massiv eines einstigen Schildvulkans sammelten; denn mit dem Aufhören seiner eruptiven Tätigkeit geht eine Erstarrung und Zusammenziehung seines Magmas Hand in Hand, die Gelegenheit zur Bildung von Hohlräumen geben. Mögen für die Bildung dieser Hohlräume auch noch andere Gründe angegeben werden, immerhin ist ihre besonders häufige Entstehung gerade unter den Zentralpartien der Schildvulkane durch die so oft zu beobachtenden zentralen Einbrüche nicht zu verkennen. Einen solchen Einbruch bildet ja auch die Askja selbst.

Aber dies sind alles stets nur lokale vulkanische Einbruchserscheinungen; die ganzen Zentralpartien dieser Vulkane sind niemals versenkt, wie Thoroddsen dies behauptet hat, vielmehr habe ich ja gerade im Gegenteil die Horstnatur derartiger Gebilde aus ihrer Resistenz gegen Abbrüche zu erklären gesucht. Aber diese vulkanischen Höhlungen im Grunde der Berge, wie auch gerade ihr festes Dach, machen sie besonders geeignet zur Aufstapelung der leichtesten Produkte der tieferliegenden basaltischen Magmaherde, bis durch einen zu gewaltigen Überdruck plötzlich das Dach gesprengt wird.

Vielleicht steht in dieser Beziehung die Askja nicht einzig da. So selten die durch stärkere Gaseruptionen sich von den Masseneruptionsformen unterscheidenden Stratovulkane auf Island sind, gerade die in ihren basalen Teilen einem Schildvulkan ähnliche Ketildyngja änderte nach Thoroddsen später plötzlich ihre typischerweise gasarme Eruptionsform und wandelte sich in einen Stratovulkan um. Sind es im Südland auch nicht die harten Basaltdecken eines Schildvulkans, durch die die Obsidian- und Bimssteinergüsse erfolgten, so sind doch auch die Sammelpunkte des Magmas von dem dort ebenfalls die höchsten Berge bildenden massigen unzerbrochenen Trachytgebirgsstock des Torfajökull überdeckt gewesen.

Jedenfalls weist die Tatsache, daß die sauren Eruptionen in Island stets auf höherem Niveau stattfinden als die basischen, mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß ihre Sammelpunkte untief und unmittelbar unter diesem Bergmassiv liegen, und zwar höher als die Eruptionsschicht des

Basalts; denn sonst wäre ihre Höhenlage an der Oberfläche nicht zu verstehen. Diese Höhendifferenzen der Eruptionspunkte sind ganz wesentliche: Im Südland betragen sie 150 bzw. 270, in Askja und Sveinagjá 600—700 m. Doch stehen ihre Herde in gegenseitiger, wenn auch vielleicht nicht stetiger, behinderter Kommunikation.

Ersteres beweist die gegenseitige Beeinflussung derselben, letzteres das zuerst stark verzögerte Eintreten der Reaktion, die beim zweitenmal bereits wesentlich rascher eintrat, ebenso wie auch das Einstürzen der Decke in einem unterirdischen Hohlraum, der rascher vollzogen war als eine etwaige Auffüllung durch neue eruptionsfähige Massen.

Im Anschluß hieran möchte ich noch auf das Beispiel der beiden in unmittelbarer Nachbarschaft mit einer Höhendifferenz von fast 4000 m zutage tretenden Lavasäulen des Mauna Loa und Kilauea hinweisen[1]. Sie folgen offenbar nicht den hydrostatischen Gesetzen, also ist ihre Zurückbeziehung auf eine ungehinderte Kommunikation mit einer gemeinsamen Herdoberfläche nicht wohl möglich. Aber trotzdem zeigen beide Kratere, wenn sie auch oft völlig unabhängig voneinander in Tätigkeit treten, doch auch ebensooft gemeinsame Beziehungen zu dem unten lagernden Herd.

Ich halte es auf Grund obiger Ausführungen für sehr wahrscheinlich, daß im nord- und zentralisländischen Vulkangebiet die vulkanische Kraft der einzelnen Eruptionszentren von den ihnen in verschiedener Tiefe unterlagernden Magmanestern ausgeht, die erst ihrerseits in einer in wechselndem Maße behinderten Kommunikation mit einem größeren, tiefer gelegenen peripheren Vulkanherde stehen.

Wenigstens scheint mir nur diese Annahme alle an der Oberfläche zu beobachtenden vulkanischen Erscheinungen zu erklären, während dies bei Annahme eines peripheren Herdes allein, ohne die Zwischenschaltung lokaler Magmanester, mir nicht möglich erscheint.

Kehren wir nun nach diesen theoretischen Betrachtungen, zu denen mich hauptsächlich die Prüfung der durch die Korrelation von Ausbruch und Einbruch geschaffenen Verhältnisse geführt hat, zur Knebelkaldera zurück.

---

[1] Vgl. hierüber die Monographie dieser beiden Vulkane von W. T. Brigham: »The Volcanoes of Kilauea and Mauna Loa.« Mem. of the Bernice Pauahi Bishop Mus. Vol. II, Nr. 4. 1909.

Das Bild der Knebelkaldera gibt ein Oval wieder, dessen breitere basale Teile durch den Anschnitt der Basaltwände im Norden und Westen gegeben werden, während es gegen Osten zu tief in das Grenzgebirge der Dyngjufjöll einschneidet und dessen junge Steilabbrüche gegen den See zu veranlaßt hat. Im Süden zeigt sich auch dieser frische Steilabfall, doch schneidet der Einbruch nicht tiefer in das Gebirge ein, dessen nahezu gerade O–W streichende Grenzlinie dadurch erhalten wurde, und die ovale Gesamtgestalt des Einbruchs etwas deformiert, wie Taf. II, Fig. 6 zeigt.

Eine weitere bedeutsame Deformation liegt, wie ich dies schon bei der Entstehung des Rudloffkraters ausgeführt habe, in dem markanten zungenartigen Vorsprung der abgesunkenen Schollen des östlichen Grenzgebirges gegen die zurücktretende kompakte Basaltwand des Askjakessels vor.

Sämtliche Bruchlinien zeigen eine große Frische ihrer Ränder und begrenzen oft senkrechte Steilabstürze, was bei dem verhältnismäßig rasch denudierbaren Palagonittuff die außerordentliche Jugendlichkeit des gesamten Gebildes beweist. Es weist auch nicht eine der von mir beobachteten Verwerfungen auf eine Entstehung älteren Datums hin. Ich habe dieses Faktum schon bei der näheren Beurteilung der Frage nach der genauen Zeit der Entstehung der Kaldera berücksichtigt.

Die Bodenform der Kaldera ist unseren Blicken durch das Wasser des Knebelsees entzogen. Die jetzige Tiefe des Sees ist nicht bekannt, ich konnte nur, wie die unten folgenden Messungen zeigen, feststellen, daß sie eine sehr bedeutende ist. In der Beurteilung der Bodenformen wie auch des Alters des Sees und der stetigen Zunahme seiner Tiefe sind wir daher auf historische Nachrichten angewiesen, die uns glücklicherweise die Hauptzüge in der Entwicklung dieses Einsturzbeckens überliefert haben.

Bevor ich jedoch hierauf eingehe, möchte ich der Vollständigkeit halber noch begründen, daß es sich hier tatsächlich um einen Einbruch handelt, nicht aber etwa um eine Explosionskaldera, wie ich dies bisher bereits stets stillschweigend angenommen hatte. Dieser Beweis gestaltet sich ganz analog wie bei der Askjakaldera selbst; dort verrät zwar keine bisher beobachtete Erscheinung den näheren Grund des Einbruchs, ich suche ihn daher auch nicht in einer einzelnen Erscheinung an der Oberfläche, sondern in dem durch die zahlreichen Eruptionen unter dem Magmaherd geschaffenen Massendefekt, mit dem eine allmähliche Erschöpfung des Herdes Hand in Hand ging, so daß, noch beschleunigt durch die Folgen der Raumverminderung

der im Innern sich langsam abkühlenden Magmamassen, der Gewölbedruck des überlastenden eruptiven Gebirges immer stärker wurde, bis er in einem gegebenen Moment durch den Einbruch sich auslöste. Denn die Annahme eines Einbruchs und nicht etwa einer Aussprengung durch Explosionen war notwendig durch das völlige Fehlen jeglicher explosiver Materialien, seien sie nun magmatischer Natur oder Gesteine des herausgeschleuderten Untergrundes. Diese aber müßten in einem so jungen Gebiet, wie es dieses zweifellos postglaziale Gebirge darstellt, notwendig vorhanden sein, besonders da das Gebiet durch keinerlei Flüsse drainiert wird.

Genau das gleiche gilt von der Knebelkaldera, nur daß wir hier den Grund und sogar die schrittweise Entwicklung des Einbruchs an der Hand historischer Nachrichten verfolgen konnten. Es fehlt auch in der Umgebung der Knebelkaldera außer dem Bimsstein des Rudloffkraters jegliches mit dem Einbruch gleichalterige Eruptionsmaterial. Sonach ist die Knebelkaldera notwendig als reine Einbruchskaldera aufzufassen.

Die ersten Spuren von Wasseransammlungen zwischen den Krateren des 3. Januar 1875 erwähnt der Bericht der 4 Isländer, die um die Mitte des Monats Februar die Askja besuchten.

Als Watts im Juli nach dem großen Bimssteinausbruch die Dyngjufjöll besuchte, waren diese ersten Wasseransammlungen durch die neuerdings eingetretene Zerreißung des Bodens wohl wieder verschwunden, wenigstens erwähnt sie Watts' Bericht nicht. Aber die Tiefe der Senke war schon damals eine sehr bedeutende.

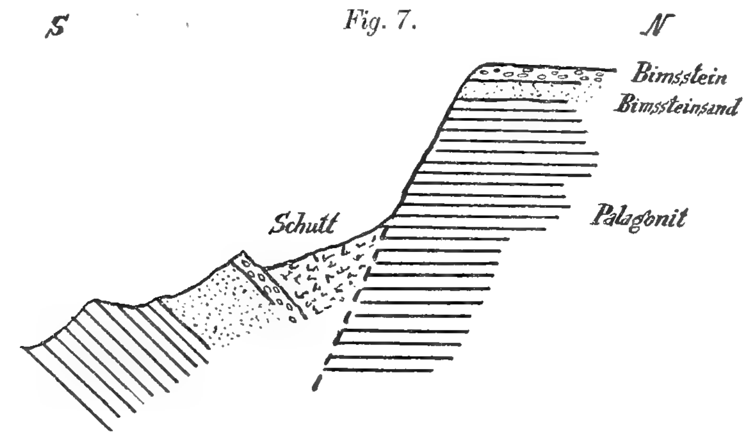
Watts berichtet von seinem Überblick, den er auf dem spaltenzerrissenen östlichen Gebirgskamm gewann, daß die Ost- und Westseite[1] des Kraters von 1000 Fuß hohen Bergen umgeben war. Oberhalb der Südecke schien ihm der höchste Punkt des Kraterrandes gelegen, den er auf 4500 Fuß mit dem Aneroid bestimmte (1370 m). Weiter erzählt er, daß er, jedenfalls ganz in der Nähe dieses Punktes, einen Abstieg zum Krater unternahm und an steilen Gehängen etwa 230 m tief kam; dort trat ihm der Innenrand, also die Absturzwand des »Kraters« (Kaldera) entgegen, dessen Tiefe er nochmals auf ungefähr 300 Fuß, also annähernd 100 m schätzte. Die

[1] Diese Richtungsangaben sind verständlich unter dem Gesichtspunkt, daß Watts die Kaldera als dreieckig auffaßte. Er stand dann etwa im Schnittpunkt der beiden Schenkel des Dreiecks im Süden und betrachtete die Gebirgszüge als östlichen und westlichen Schenkel desselben.

Fläche der Kaldera gibt er zu 6—8 qkm an, was jedenfalls eine geringere Zahl darstellt, als wir heute antreffen.

Doch ist es nur natürlich und von mir auch schon erwähnt worden, daß bei der übermäßigen Steilheit der Gehänge das Areal durch Abbruch neuer Schollen noch jetzt stetig an Umfang gewinnt. Denn auch nur so kann ich mir die Erhaltung der fossilen Schneeschichten im Bruchfeld der Kaldera, heute nur wenige Meter über dem Spiegel des Sees gelegen, erklären. Dieselben konnten, soweit wir sie jetzt noch sehen, unmöglich schon bei den ersten Abbrüchen, als vulkanische Dämpfe und Wärme das Innere der Kaldera erfüllten, in diesem tiefen Niveau gewesen sein, sondern können nur später an Staffelbrüchen vom oberen Rande des Gebirges her

Fig. 7.

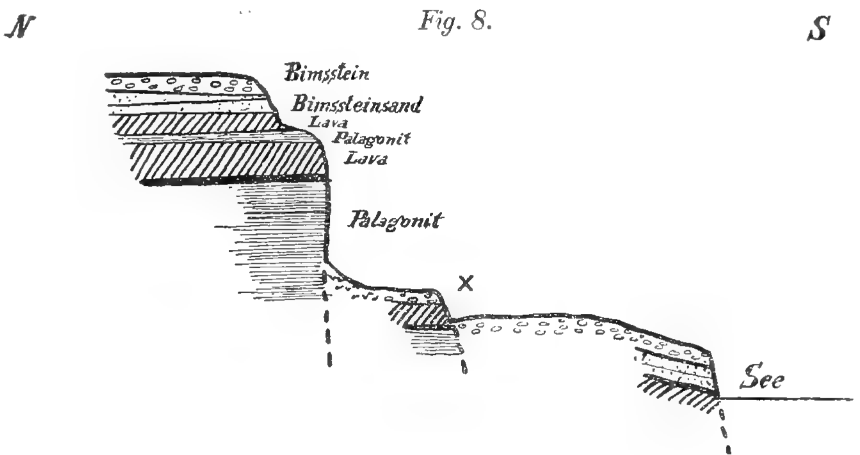


N–S-Profil der Abbruchswände des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer. (Unweit des Rudloffkraters.)

nachgerutscht sein. Diese Staffelbrüche begrenzen große, im ganzen einheitlich gebliebene Schollen, wie dies Fig. 17 besonders klar erkennen läßt an den großen Felsstreifen, die vom hohen Ostgebirge her gegen den See zu absanken. Sämtliche großen Staffelbrüche laufen in ihrer Längserstreckung den Ufern des Sees ungefähr parallel, es sind also konzentrische Sprünge, die sämtlich nur auf diesen Einbruch als Ursache ihrer Entstehung zurückzuführen sind. Daß auch der Basalt stellenweise in Staffeln abbrach, zeigt Fig. 14. Doch blieb die Basaltwand, im ganzen betrachtet, ihrer kompakten Beschaffenheit und geringeren Höhenlage zufolge ziemlich einheitlich, und bricht in einer senkrechten Wand 60 m tief zum Seespiegel ab (Fig. 11 und Profil 5, S. 51). Die Verhältnisse beim Abbruch der Tuffschollen dagegen

möge obenstehendes Profil der Ostwand unweit des Rudloffkraters etwas detaillierter angeben (Prof. 7). Unweit dieser Stelle gegen Osten stürzt der beschriebene Wasserfall über eine Wand herab, die folgendes interessante Profil zeigt (Fig. 8):

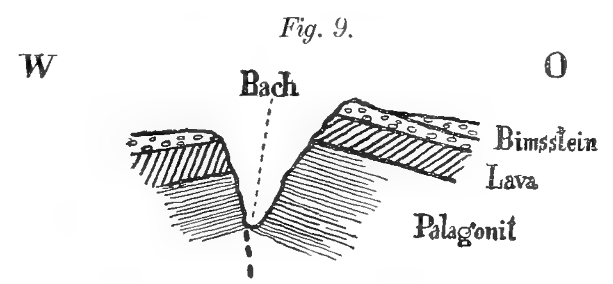
Fig. 8.



N–S-Profil der Abbruchswände des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer (bei dem Wasserfall).

Senkrecht dazu zeigt sich das Profil an der mit Stern — ×) — bezeichneten Stelle etwa folgendermaßen (Fig. 9):

Fig. 9.



O–W-Profil der Abbruchswand des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer. (Senkrecht zu Profil Fig. 8 durch die mit × bezeichnete Stelle gelegt.)

Diese Profile lassen erkennen, daß die konzentrischen Staffelbrüche auch von radialen Sprüngen durchzogen werden. An solchen Verwerfungslinien fanden die seitlichen Bewegungen der einzelnen Schollen gegeneinander statt, ebenso wie auch geringe Verschiebungen innerhalb der Schollen selbst. Letzteres zeigt besonders das Profil 9 sehr klar. Der Verwerfungslinie folgte hier, wie es auch anderwärts häufig ist, das Wasser, das auf

dieser Schwächelinie sein Bett besonders rasch zu vertiefen vermochte. Im allgemeinen jedoch spielen radiale Spalten keine große Rolle im Bau der Askja, und die Beträge der Verwerfungen, die an ihnen stattfanden, sind im allgemeinen gering; im vorliegenden Fall beträgt sie zur Zeit etwa 1 m. Das Profil 7 zeigt sehr schön, daß die Bewegungen der Schollen keineswegs stets ungestörte und gleichartige waren, sondern auch Stauungen als nicht seltene Erscheinungen deutlich erkennen lassen, wodurch ihre Schichten ein inverses Einfallen erhalten können.

Im allgemeinen liegt konkordant unter dem Bimsstein des 29. März der feine weiße Bimssteinsand gleichen Alters, und dieser seinerseits ruht auf der alten Palagonitoberfläche. Er ist daher in allen mir bekannten Fällen und ganz besonders deutlich bei starken Verwerfungen mit seiner Unterlage verworfen. Dies heißt, er ist älter als diese Verwerfungen: der Einbruch erfolgte nach dem Ausbruch.

Kehren wir nun zur Geschichte des Knebelsees zurück. Die ältesten Nachrichten über die heute das Becken anfüllende Wassermasse datieren vom Februar 1876 von Jon Thorkelson. Er fand einen kochend heißen See vor, dessen Umfang er — wohl übertrieben — auf 7.5 km schätzt, was einem Durchmesser von fast 2 km entsprechen würde. Johnstrup fand im Juli des gleichen Jahres den See ebenfalls noch mit einer Temperatur von 40° C vor, während die Größe seines Umfangs nach der gleichzeitigen Karte Carocs wesentlich reduziert und daher wohl richtiger erscheint.

Die Temperatur des Sees ist seit seiner Entstehung in stetem Abnehmen begriffen gewesen. 1878 betrug sie nur mehr 18—19° C, 1881 maß Morgan 11°, 1884 Thoroddsen 14°. Als von Knebel im Juli 1907 zur Askja kam, schwammen noch Eisschollen auf der Oberfläche des Sees.

Während meines Aufenthalts im August 1908 bemühte ich mich bei meinen Fahrten auf dem See eine Reihe von möglichst genauen Beobachtungen über die heutigen Tiefen- und Temperaturverhältnisse desselben zu gewinnen.

Zunächst die Temperaturverhältnisse: Der See ist von einem Gürtel von Solfatarenfeldern, die teilweise dem Erlöschen nahe sind, umgeben. Sie liegen auf Bruchspalten auf, oder mindestens in nächster Nachbarschaft derselben, an mehreren Stellen gerade auf den Bruchspalten, die heute das Ufer des Sees bilden; die stärkste Tätigkeit aber entwickeln außerhalb des Sees gelegene Felder, ganz besonders eines im Süden. Im Osten treten

die Solfataren in der verschiedensten Höhenlage bis zur Kammhöhe des Gebirges hinauf auf. Nur da, wo die Solfataren unter den Wasserspiegel gerückt sind, macht sich eine wesentliche Beeinflussung der Seetemperatur durch sie bemerkbar, die in allen Fällen aber nur lokal meßbar bleibt.

Die über Wasser liegenden Solfataren erwärmen nur durch ihre heißen Abflüsse leicht das Wasser ihrer unmittelbaren Umgebung. Die heißeste Stelle, auf die ich traf, lag auf der Thermenlinie, welche der Verlängerung der Spalte folgt, auf welcher der Rudloffkrater steht. Dort maß ich 15° C unweit der Basaltwand. Mit der Landzunge, die sich nach Süden in den See erstreckt, hat auch die höhere Erwärmung des Wassers ein Ende. Unweit nach Norden davon maß ich 8.5°.

Von Interesse ist auch die vertikale Verteilung dieses heißen Wassers. Es scheint nur an wenig Stellen lokal emporzukommen und sich als dünne Oberflächenschicht über das kältere Seewasser auszubreiten. Wenigstens maß ich bereits 10 cm unter der Stelle der Seeoberfläche, die 15° ergab, nur noch 8°!

An der Thermenstelle, die ich an der Ostwand, nahe der Mündungsstelle des Baches, fand, betrug die Temperatur 8°. Weiter gegen Osten, an der Einmündung der kleinen Bucht, mit der der See im Osten endigt, 7°. Im äußersten Osten des Sees, wo er auch am flachsten ist, empfängt der See heiße Zuflüsse, die sich durch eine leichte Temperaturerhöhung bemerkbar machen: 8°, mit zunehmender Entfernung vom Ufer dann 7.8°, 6.8°, 6.5°. Letzteres stellte die normale, mittlere Temperatur der großen Wassermasse während meiner Anwesenheit dar. Ich maß in den mittleren Teilen des Sees noch mehrfach an verschiedenen Stellen diese Zahl. Dies ist jedoch nicht nur die Oberflächentemperatur. Etwa in der Mitte des Sees maß ich 6.5° bei 0, 0.5, 1, 1.5 und 2 m Tiefe unter der Oberfläche. Bei den Solfataren der Südwand erhöht sich die Temperatur wiederum auf 11°.

Das allgemeine Bild, das sich aus diesen Messungen ergibt, ist also folgendes: Der See hatte im August 1908 eine mittlere Temperatur von 6.5°, die nach außen durch unterirdische Wärmezufuhr auf den Bruchrändern an zahlreichen Punkten eine schmale Zone erhöhter Temperatur zeigt. Strömungen oder heiße Quellen im offenen See habe ich nirgends bemerken können.

An zahlreichen Stellen des Sees habe ich auch versucht, die Tiefenverhältnisse desselben zu erkunden, soweit ich sie messen konnte. Die

Länge meiner Lotleine genügte leider an keiner Stelle, die Tiefe in größerer Entfernung vom Ufer als höchstens 400 m festzustellen, eine Zahl, die bei der etwa 3 : 4.5 km betragenden Oberflächenerstreckung des Sees als minimal bezeichnet werden muß. Bei den meisten Messungen waren jedoch die 140 m meiner Leine, von der ich später noch dazu etwa 30 m verlor, schon in etwa 200—250 m Entfernung vom Ufer erschöpft. Den Messungen der Abstände vom Ufer kommt keine absolute Genauigkeit zu. Die Abstände wurden auf folgende Weise festgelegt: Ich maß am Ufer die Entfernung, die ein kräftiger, ausgezogener Ruderschlag das Boot vorwärts trieb, zu etwa 3 m und nahm darauf die Messungen in einer durch Visierung eines Richtungspunktes am gegenüberliegenden Ufer leicht einzuhaltenden Geraden nach je 25 solchen Ruderschlägen, also in je etwa 75 m Abstand voneinander.

Die Richtungen, in denen die Messungen vorgenommen wurden, stoßen jeweils in rechtem Winkel vom Ufer ab und sind die gleichen, in denen auch die Temperaturzahlenwerte des Seewassers gewonnen wurden. Sie zeigen folgende Zahlen:

I.	II.	III.	IV.	V.
48 m	30 m	22 m	11 m	13 m
90 »	46 »	69 »	> 110 »	26 »
> 140 »	> 140 »	100 »		80 »
		110 »		> 110 »
		> 140 »		

Denkt man sich nach den so gewonnenen Zahlen die Tiefenkurven der randlichen Partien des Sees ausgezogen, so zeigt sich zunächst, daß der Grund allseitig steil gegen die Mitte des Sees zu abfällt. Die Kurven sind in den westlichen Partien des Sees einander mehr genähert als in den östlichen. Am engsten drängen sie sich an der Südwand in deren westlichen Teil zusammen. Dort scheint gegen das Zentrum des Sees zu die tiefste Stelle zu liegen. Dies deckt sich auch mit den älteren Kartenangaben; denn wo auch dort der See schon verzeichnet ist, als er den Kalderaboden noch lange nicht völlig bedeckte, liegt er über dieser Stelle.

Die Unregelmäßigkeit der Tiefenzunahme, die sich in den Zahlenreihen, wie z. B. 30, 46, > 140 oder 13, 26, 80, > 110, äußert, die doch bei gleichen Abständen gemessen sind, weist deutlich darauf hin, daß auch unter dem Seespiegel die staffelartigen Steilabbrüche sich fortsetzen. Die erste Kurve

zeigt meist einen größeren Abstand vom Lande als von der nächsten Tiefenkurve; dieses randliche geringere Gefälle dürfte sich aus der Einschwemmung von Material vom Ufer her erklären. In den meisten Fällen beginnt der Steilabsturz erst bei der zweiten Tiefenkurve. Eine Ausnahme hiervon macht die östliche Einbuchtung des Sees, in der die Kurven im allgemeinen die weitesten Abstände, die Böschung also das geringste Gefälle aufweist. Im Durchschnitt beträgt diese etwa 35°. Den Kalderaboden habe ich mit meinen Messungen nirgends erreicht. Auf seine Lage können wir nur schließen, wenn wir die verschiedenen historischen Daten darüber, die zu einer Zeit gewonnen waren, als das Wasser des Sees ihn noch nicht bedeckte, kritisch prüfend vergleichen. Leider beruhen diese Angaben alle nur auf Schätzungen. Übereinstimmend aber bezeichnen alle Autoren den Kraterboden als flach.

Watts Bericht habe ich schon erwähnt. Er stieg von einer Höhe von 1370 m etwa 230 m abwärts. Damit befand er sich ungefähr auf dem Niveau der Askjakaldera (1130 m). Von dort blickte er in einen etwa 100 m tiefen Abgrund. Doch kam Watts von Osten, wo die weniger tiefen Teile des damals dampferfüllten Kessels zu liegen scheinen, so daß es sehr wohl möglich ist, daß der Einsturz weiter im Westen größere Tiefen hatte. Jedenfalls aber ist diese Zahl im Verhältnis zur heutigen Tiefe des Sees zu gering, so daß voraussichtlich auch nach Watts' Anwesenheit die Senkungen sich noch fortsetzten. Carocs Karte aus dem Jahre 1876 gibt den See als einen Teich von etwa 1200 m Durchmesser wieder, der wohl kaum tief gewesen sein konnte, da er sich doch am flachen Kraterboden angesammelt hatte. Von der Oberfläche des Teiches bis zum Askjarand betrug die Höhendifferenz 230 m. Bis 1878 muß das Niveau des Sees bereits bedeutend gestiegen gewesen sein, denn damals füllte er nach Lock bereits die ganze Niederung und sein Niveau lag noch etwa 600 Fuß (etwa 180 m) unter dem Askjaboden. 1880 war das Niveau abermals um 12 m gestiegen. Thoroddsen gibt 1884 die Tiefe der Einsenkung zu 300—400 m an.

Soweit scheinen mir die Daten aus der Literatur einigermaßen genau und daher bedeutungsvoll für die Erkenntnis der fortschreitenden Wasserauffüllung der Knebelkaldera zu sein. Denn ungenaue Angaben, wie die Thorkelssons, der vor den korrigierenden Messungen Johnstrups den See für fast doppelt so groß, als er später vermessen wurde, und ebenso für sehr tief hält, und ähnlich die Schätzungsangabe Morgans, der den

See 300 Fuß tief sein läßt, haben, da sie auf keinerlei begründeten Tatsachen oder gar Messungen beruhen, nur wenig Wert.

Zur Zeit meiner Anwesenheit war der Wasserspiegel noch ungefähr 60 m unterhalb des Niveaus der Askja.

Aus diesen Angaben geht deutlich hervor, daß der Knebelsee seit seiner Entstehung in ständigem Steigen begriffen war. Er stellt ein abflußloses Sammelbecken für das Regen- und Schneeschmelzwasser der gesamten südlichen Askja und der begrenzenden Berge dar und wird deshalb voraussichtlich — wenn nicht dem Grundwasser sich schon vorher ein unterirdischer Abflußweg darbietet — sein Niveau weiter erhöhen, bis es zur Höhe des Askjabodens gelangt ist. Dann erst wird sich ihm ein oberflächlicher Abfluß bieten, der einen Entwässerungskanal längs dem Fuße der östlichen Dyngjufjöll durch die Öffnung im Osten ins Lavafeld des Ódáđahraun leiten wird. Dieser Prozeß des Ansteigens der Seeoberfläche wird durch eine Auffüllung seines Bodens infolge des Abbruchs randlicher Schollen und die von den Höhen mit großer Gewalt und in großer Zahl niedergehenden Steinlawinen stark beschleunigt. Auch wird in großer Masse dem See durch Wind, Regen und Schnee Bimsstein zugeführt, der eine Zeitlang, ausgedehnte Inseln bildend, auf dem Wasser umhertreibt, um dann nach seiner Durchtränkung und Kantenabstoßung durch gegenseitiges Aneinanderreiben zur Tiefe zu sinken. Diese Auffüllung des Seebodens hat jedoch bei der weiten Entfernung der Seemitte von den Rändern des Sees bei einer Tiefenschätzung desselben jedenfalls nur untergeordnete Bedeutung, da die randliche Schuttkegelbildung die zentralen Tiefenverhältnisse kaum merklich beeinflussen kann.

Vergleichen wir daher die oben gegebenen Zahlen mit den Messungen des heutigen Böschungswinkels des Sees bis zu einer Tiefe von 140 m, so ergibt sich, daß die einst unersteigliche Steilwand, die Johnstrup zu 230 m angibt, jetzt mit einer durchschnittlichen Neigung von 35° in verschiedenen Staffeln zum Seeboden sich neigt, den wir uns nach allen Angaben als flach vorzustellen haben, dessen tiefster Punkt uns jedoch nicht bekannt ist, da er schon 1876 von einer unbekannt tiefen Wassermasse überdeckt war, die jedoch voraussichtlich keine bedeutende Tiefe hatte.

Diese könnte ihr eventuell nur dann zukommen, wenn sich im flachen Boden dieses Einbruchs noch einmal ein steiler Einbruch eingesenkt haben sollte, worauf jedoch keinerlei Angaben hinweisen; be-

rücksichtigen wir ferner, daß noch etwa 60 m die Oberfläche des Sees von der Oberfläche der Askjakaldera trennen, so resultiert, daß der See eine Tiefe von mindestens 170 m besitzt, wahrscheinlich jedoch etwas mehr.

Diese Zahl würde ihrerseits im Vergleich mit dem mindestens über 140 m betragenden Steilabbruch des Kalderarandes bestätigen, daß der Boden des Sees ein nur sehr flach geneigter ist, dessen größte Tiefe nach früheren Hinweisen etwa in der Verbindungslinie zwischen dem größten Solfatarenfeld am südlichen Seerande und dem Rudloffkrater im Norden zu erwarten wäre, also jedenfalls sehr nahe in der Richtung der N–S-Bruchlinie der Askjakaldera, auf der auch der Rudloffkrater aufsitzt.

Danach hat die Knebelkaldera auch unter Wasser ihre jugendlichen Formen, die der Abbruch des Jahres 1875 schuf, bewahrt, indem einerseits die Tiefenmessungen scharf ausgeprägte Terrassen in der Nähe des Ufers erkennen ließen, anderseits auch kein allmählicher Übergang von der Wand zum Seeboden stattzufinden scheint, sondern ein ziemlich starker Geländeknick.

Kapitel VI.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

Die vorhergehenden Ausführungen über den geologischen Bau der Dyngjufjöll und die Entwicklung ihrer heutigen Oberflächenformen lassen sich im wesentlichen in folgende Sätzen zusammenfassen:

1. Die Dyngjufjöll bilden nach Form, Höhenlage und Gesteinszusammensetzung ein völliges Analogon zu den übrigen Tafelberghorsten des isländischen Hochlandes, mit der einzigen Modifikation, daß in ihrem Zentrum nach Herausbildung des Horstcharakters des Gebirges, also sekundär, zwei ineinandergeschachtelte Einbruchskalderen auftreten.

2. Der geologische Bau, die Form und die Höhenlage der Dyngjufjöll stehen in durchaus natürlichem und gesetzmäßigem Zusammenhang mit dem Bau und Bild ihrer weiteren Umgebung, d. h. der Bruchzone des rezent vulkanischen Gürtels Nordislands.

3. Diese gesetzmäßigen Beziehungen lassen sich an der Höhenlage der oberen Palagonittuffgrenze verfolgen, welche die alte Landoberfläche darstellt. Auf ihr bauten sich Schildvulkane auf. Das gesamte Bruchfeld stellt eine etwas windschief nach Norden und Osten, besonders aber nach Norden geneigte Tafel dar. Analog mit den langgestreckten Tuffgebirgszügen nimmt auch die Höhenlage der oberen Tuffgrenze der Tafelberge nach Süden und Westen zu. Die Tuffgrenze bei den einzelnen Tafelbergen liegt dabei stets höher als bei den benachbarten Tuffgebirgszügen, weil erstere kompakte, in sich unzerbrochene, durch Lavakappen geschützte Komplexe darstellen, während letztere meist stark gestört, zersplittert und ihrer Lavadecke beraubt sind.

4. Diese Gesetzmäßigkeit der Höhenverhältnisse bei Tafelbergen macht die Annahme unmöglich, daß es sich um vulkanische Auftreibungen handele.

5. Die Dyngjufjöll bildeten, wie die Tafelberghorste, ehemals ein selbständiges, schildvulkanähnliches Eruptionszentrum, das in keinerlei Ab-

hängigkeit von präexistierenden Spalten entstand und zugleich Islands größtes Vulkanzentrum darstellt[1].

6. Sämtliche vulkanischen Kraftäußerungen, die nach der Herausbildung des Horstcharakters dieses Vulkanzentrums von ihm ausgingen, fanden auf seinen lokalen, d. h. nicht über den Bereich der Dyngjufjöll hinausreichen Abbruchsspalten statt; fremde Spalteneruptionen, die von außen auf das Gebirgsmassiv zuliefen, stoßen an seinem Fuße ab und finden damit ihr Ende, ohne jemals ins Massiv selbst einzugreifen.

7. Die Dyngjufjöll verdanken ihrem ursprünglichen Schildvulkancharakter ihre Herausbildung als tafelbergartiges Horstgebirge und ihre Resistenzfähigkeit gegenüber den Bewegungen der sinkenden Erdschollen ihrer Umgebung.

8. Die Dyngjufjöll bilden sowohl nach den Grundzügen ihres Baues, wie auch nach ihrem Verhalten gegenüber den Absenkungsvorgängen in ihrer Umgebung ein völliges Analogon zu den anderen Tafelberghorsten des isländischen Hochlandes.

9. Die erste Entwickelungsphase war danach die Bildung eines Schildvulkans über den heutigen Höhen der Dyngjufjöll; sein Eruptionsschlot lag über dem heutigen Boden der Askja, einzelne dislozierte und abgesenkte Schollen dieses Vulkans sind heute noch erhalten. Dieser Schildvulkan war postglazial.

10. Die zweite Entwickelungsphase war die Herausbildung des rechteckigen Horstes der Dyngjufjöll.

11. Es folgte drittens der Einbruch der Askjakaldera an, den äußeren parallelen, Bruchspalten.

12. Hierauf viertens die jüngere Lavaüberschüttung des gesenkten Bodens der Askja aus randlichen Krateren, die auf den N–S, O–W gerichteten Bruchspalten aufsitzen.

13. Als fünftes Stadium folgten die Explosionen im Südosten der Askja (Rudloffkrater, südöstliche Krater).

14. Endlich sechstens als Folge dieser Ausbrüche der ovale, jedoch lokal deformierte Einbruch der Knebelkaldera, die völlig jugendliche und

[1] Die Beweise für die Notwendigkeit der Annahme der spaltenlosen Entstehung der Schildvulkane habe ich in meinen beiden Arbeiten: »Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane« (Zentralbl. f. Min. usw. 1910 Nr. 6) und »Isländische Masseneruptionen« (Kokens geolog. u. paläontol. Abhandl. 1910 Heft 2) niedergelegt.

einheitliche Formen in der Zone ihres Abbruchs aufweist und als einheitliches, keinesfalls vor 1875 entstandenes Gebilde aufzufassen ist.

15. Als siebentes und letztes Entwickelungsstadium ist die fortschreitende Auffüllung der entstandenen Senke mit atmosphärischem Wasser zu nennen. Ihre Tiefe beträgt über 230 m, die Tiefe des Sees über 170 m. Die Temperatur fiel seit seiner Bildung mit ziemlicher Regelmäßigkeit und betrug im August 1908 im Mittel 6.5° C. Die höchste gemessene Temperatur betrug (lokal) 15° C.

16. Der Rudloffkrater ist seit seiner Entstehung in stetig schwächer werdender Tätigkeit.

17. Ein Vergleich der historischen Angaben über die Ausbrüche in der Askja sowie die ihnen ebendort folgenden Einbrüche macht die Annahme einer Korrelation zwischen beiden Erscheinungen in unmittelbarer Folge notwendig.

18. Es ergibt sich auch eine Korrelation dieser Erscheinungen mit Aus- und Einbrüchen in der Sveinagjá. Während in der Askja Bimsstein- und Gasausbrüche in hohem Niveau stattfanden, traten in der Sveinagjá gasarme basische Massen in tiefem Niveau auf. Diese Erscheinungen lassen sich nicht aus einem gemeinsamen peripheren Herd unter dem rezent vulkanischen Gürtel Nordislands erklären, sondern machen die Annahme lokaler Magmanester unter den einzelnen Vulkanen und Vulkangruppen bzw. Vulkanreihen notwendig.

19. Die Verbindung dieser Magmanester kann keine ununterbrochene sein, daher ist die Annahme einer mittelbaren, d. h. behinderten Kommunikation der Magmanester notwendig.

20. Die Bewirkung des Ausbruchs in der Sveinagjá durch die Ausbrüche in der Askja war nur eine behinderte und temporäre, d. h. mittelbare, während sich an den beiden Eruptionspunkten der Askja selbst Ausbruch und Einbruch jeweils unmittelbar folgten.

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel I.

Kapitel II.

Kapitel III.

Kapitel IV.

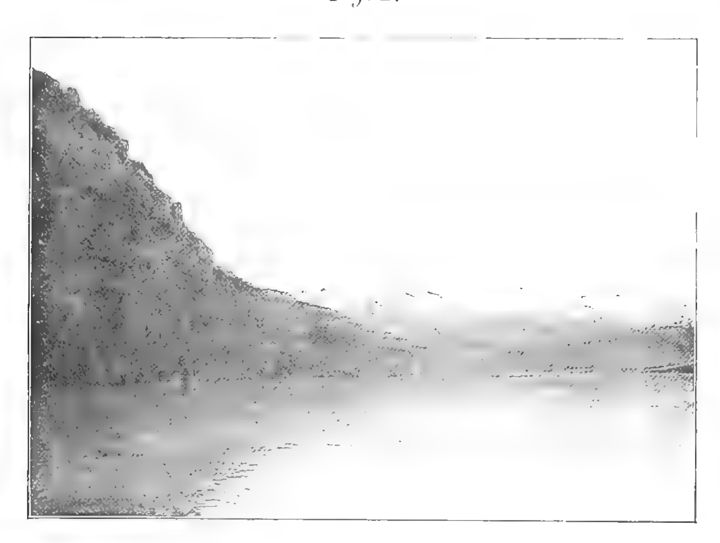
Kapitel V.

Kapitel VI.

Fig. 1.

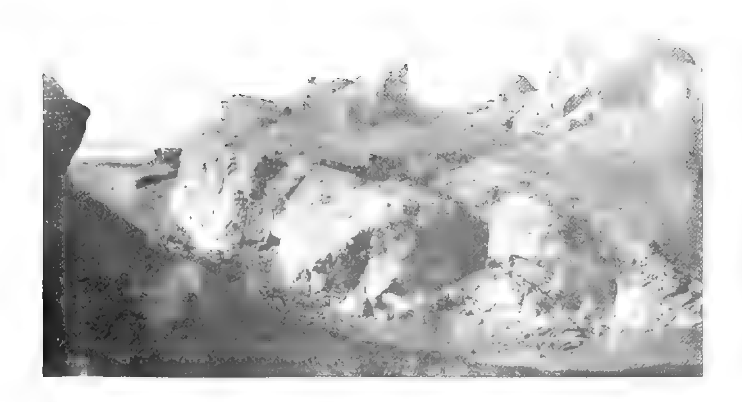
Die nördliche Abbruchswand des Askjakessels mit dem gegen die westlichen Tuffgebirgszüge scharf vorspringenden Eck der Abbruchswand des in die nördlichen Dyngjufjöll eingesenkten Lavaplateaus.

Fig. 2.



Die aus Basaltbänken bestehende nördliche Abbruchswand der Knebelkaldera. (Im Hintergrunde ein Teil der östlichen Dyngjufjöll.)

Fig. 3.

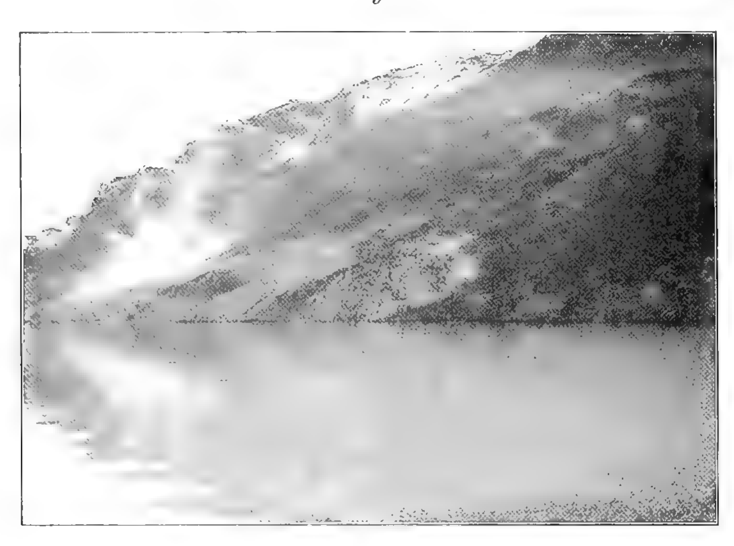


Winderosionsformen an einer der Abbruchschollen der Knebelkaldera.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

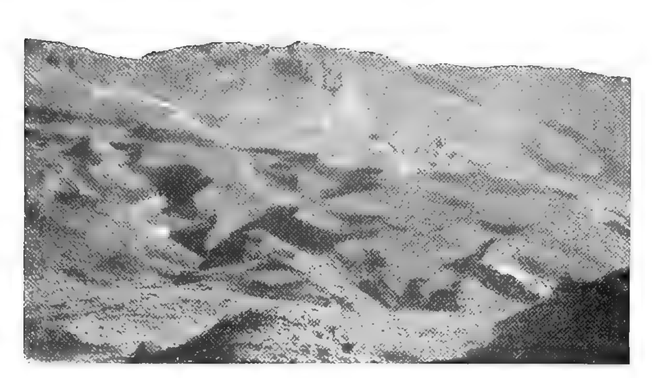
Taf. I.

Fig. 4.



Das große Solfatarenfeld am Fuße der südlichen Abbruchswand der Knebelkaldera.

Fig. 5.



Erdfälle über der fossilen Schneeschicht oberhalb des östlichen Seeufers.

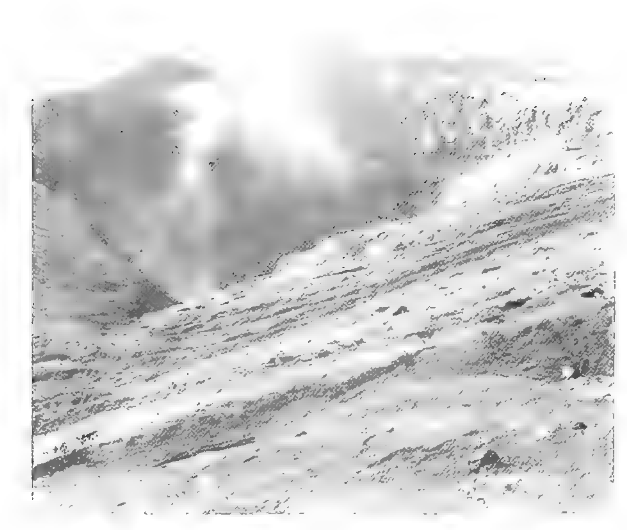
Fig. 6.

Die Knebelkaldera mit dem Knebelsee.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

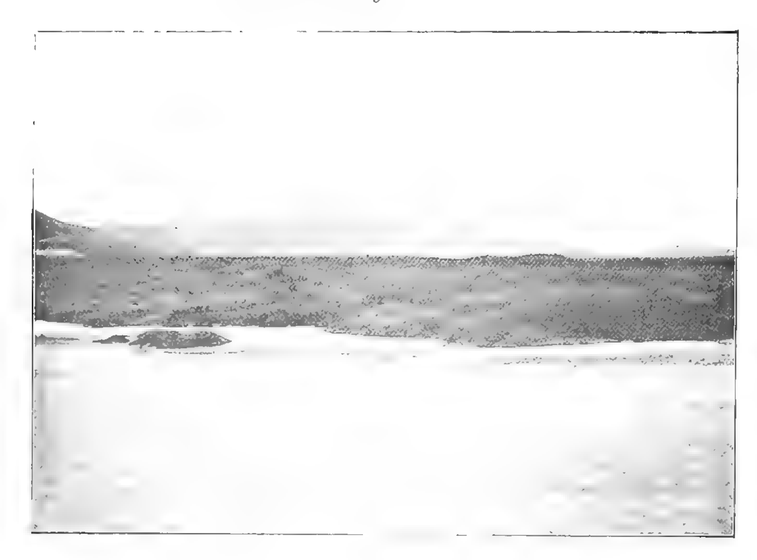
Taf. II.

Fig. 7.



Blick in den Rudloffkrater von Osten.

Fig. 8.



Die Askjakaldera von Norden aus gesehen.

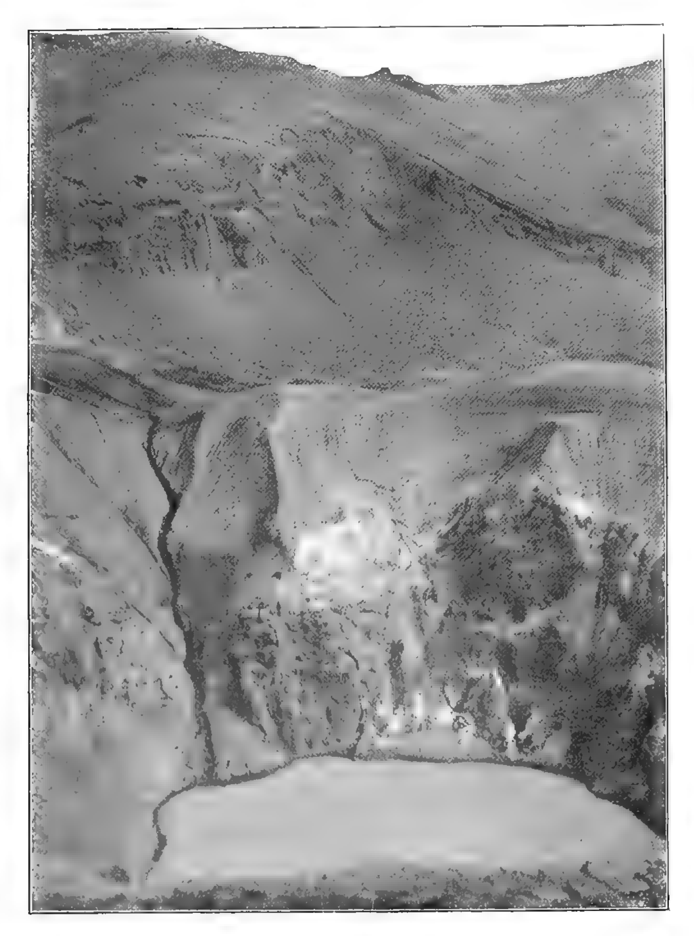
H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. III.

Fig. 9.

Die junge südliche Bruchwand der Knebelkaldera.

Fig. 10.

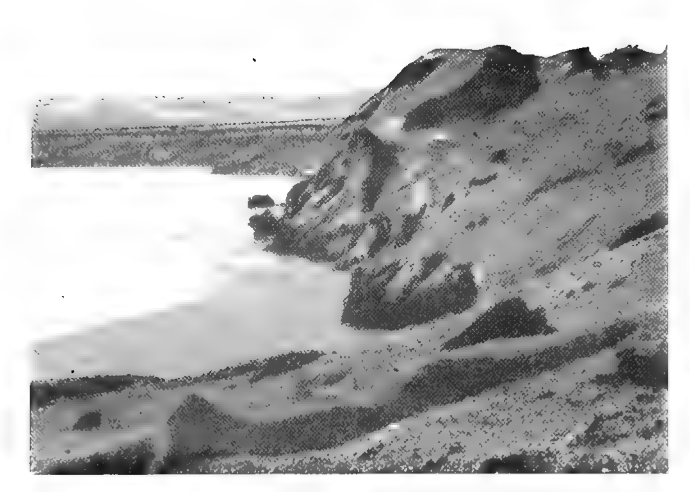


Blick in den Rudloffkrater von Westen.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

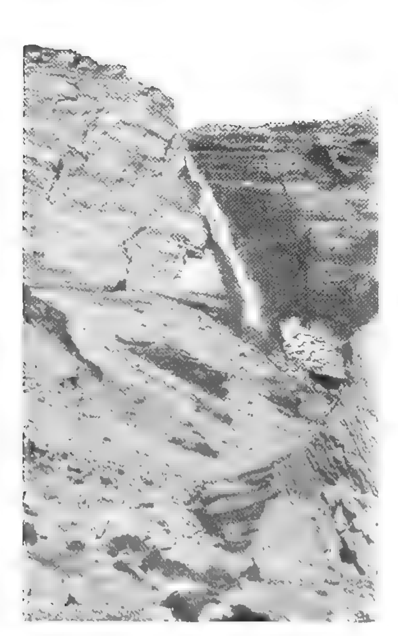
Taf. IV.

Fig. 11.



Im Abbruchsgebiete der Knebelkaldera. Gegen den Hintergrund zu die glatte, etwa 60 m hohe Bruchwand aus Basaltbänken bestehend.

Fig. 12.



Wasserfall an der nordöstlichen Abbruchswand (Palagonit) der Knebelkaldera. Rückschneiden des Wassers seit 1875

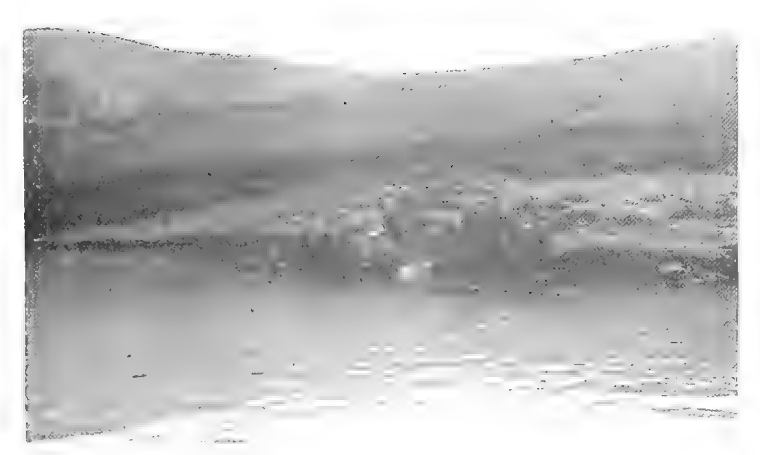
H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. V.

Fig. 13.

Profil der nördlichen Basaltabbruchswand der Knebelkaldera nahe unterhalb des Rudloffkraters.

Fig. 14.



Zum Einbruchsfeld der Knebelkaldera einsinkende Basaltschollen (im Westen).

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. VI.

Fig. 15.

Eine große am Kontakt mit den massigen Basalten des Askjakessels abgebrochene Tuffgebirgsscholle der östlichen Dyngjufjöll. (Unmittelbar südlich des Rudloffkraters.)

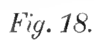
Fig. 16.

Die in Fig. 15 hervortretende Abbruchswand mit der doppelten Bimssteindecke des Jahres 1875.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. VII.

Fig. 17.

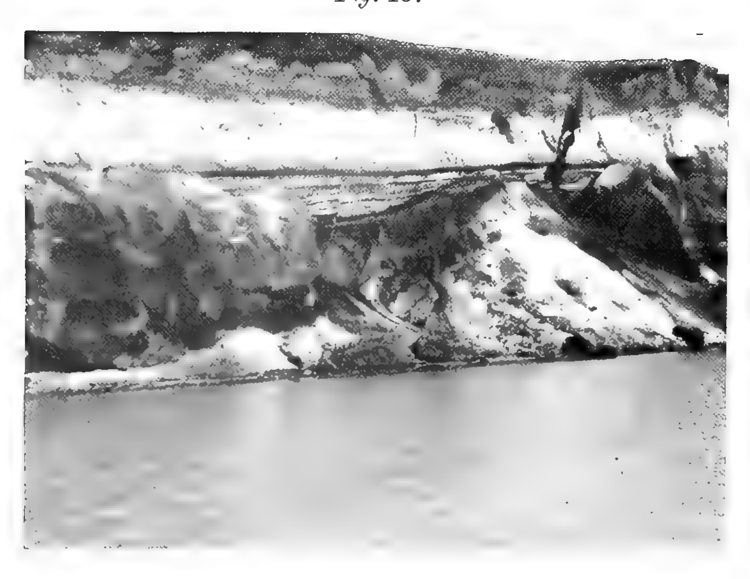


Die Abbruchsstaffeln der östlichen Dyngjufjöll.

Fig. 18.

Schwimmende Bimssteininseln auf dem Knebelsee.

Fig. 19.



Profil an der östlichen Abbruchswand des Knebelsees. Fossiler Schnee aus dem Jahre 1875, überlagert von den Bimssteinschichten des Rudloffkraters.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. VIII.

Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.

Von

Prof. Dr. JOHANNES WALTHER
in Halle a. S.

Vorgelegt von Hrn. Penck in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 21. Juli 1910.
Zum Druck verordnet am 28. Juli 1910, ausgegeben am 23. Dezember 1910.

1. Die Umrandung des Golfes.

Der eigenartige Reiz, den das vielgestaltige Landschaftsbild auf den Beschauer ausübt, der von Camaldoli seinen Blick über den Golf von Neapel und die ihn umrahmenden Berge schweifen läßt, ist die Wirkung von sehr verschiedenen geologischen Vorgängen, die im bunten Wechselspiel der Kräfte lange Perioden hindurch dieses Stück Erdrinde umgestaltet haben.

Als jüngste Ereignisse müssen wir die Entstehung der heutigen Küstenlinie und die Aufschüttung des dampfenden Vesuv betrachten, der die kampanische Ebene im Osten überragt. Auch die seltsamen kreisrunden Ebenen, die zu unseren Füßen bei Soccavo, Pianura, Agnano und weiter nach Westen über den Monte Nuovo nach dem Averner See die phlegräischen Felder gliedern, gehören als Schußwunden vulkanischer Dampfexplosionen den jüngsten geologischen Zeiträumen an. Die weit verbreitete Pozzuolanerde und die Bimssteinschüttungen, welche sich bis nach La Cava hinüber und sogar auf den 1443 m hohen Gipfel des M. Sant' Angelo verbreiten, sind bei diesen jüngsten vulkanischen Eruptionen entstanden.

Während uns die letzten Ausbrüche des Vesuv und des Monte Nuovo erkennen lassen, daß die Kräfte der Unterwelt auch heute nicht zu Ruhe gekommen sind, geben uns die neolithischen Funde, die Dr. Cereo auf Capri über der Pozzuolanerde gemacht hat, einen gewissen Anhalt, um das Alter dieser Ausbrüche auch nach unten chronologisch zu bestimmen. Andere paläontologische Grenzpunkte für diese jüngsten Ereignisse sind leider nicht zu finden, denn die reiche Flora, welche Meschinelli aus den Tuffen der Somma beschrieb, enthält nur Pflanzenarten, die noch jetzt auf den Gehängen der Somma gedeihen, und die marine Fauna, welche aus dem Untergrund des Vesuv mit den Aschen emporgerissen wurde, enthält nach Guiscardi (sofern nicht die Radula vesuviana als eine ausgestorbene Varietät anzusprechen ist) ebenfalls nur rezente Arten.

Aber unter den so fruchtbaren Aschendecken der jüngsten Eruptionsphase ragen überall die stark denudierten Ruinen einer älteren Ausbruchszeit empor. Der gelbe Tuff, auf dem wir bei Camaldoli stehen, der die Höhen bei Neapel, den langen Bergzug des Posillip, die Insel Nisida, die Küste bei Pozzuoli, den M. Barbaro und die vielbuchtige Küste von Bajä bis Miseno aufbaut, wird in einer so deutlichen Erosionsdiskordanz von den lockeren Pozzuolantuffen überlagert, daß wir beide Erscheinungen als durchaus verschiedenaltrig betrachten müssen. Die ausgezeichneten Abhandlungen von di Lorenzo haben uns die meisten dieser alten Ausbruchsessen kennen gelehrt und gezeigt[1], daß auch ihre Entstehung auf längere Zeiträume verteilt ist.

Auch auf Ischia sind die gelben Tuffe weit verbreitet, und das fast verwirrende Bild kleiner und großer Krater, die hier neben- und übereinander gebaut sind und alle Stadien allmählicher Abtragung erkennen lassen, drängt uns zu der Ansicht, daß die Ausbrüche der gelben Tuffe auch hier einem langen Zeitraum angehören.

Die schönen Aufschlüsse, welche das Meer an der Küste von Nisida geschaffen hat, zeigen deutlich, daß die gelbe Farbe, welche für den oberen Teil der Insel so charakteristisch ist, in der Tiefe sich in ein dunkles Grau verwandelt, und da auch der ältere graue kampanische Tuff mehrfach[2] eine gelbe Verwitterungsdecke trägt, darf man wohl die gelbe Farbe als die Wirkung einer diluvialen Klimaperiode betrachten, welche die Eisenverbindungen eines ursprünglich grauen Tuffes in rostgelbes Eisenhydrat verwandelte. Das jetzige Klima erzeugt keine solchen Verwitterungsprodukte, und die Wände der alten gelben Tuffe bedecken sich heute mit einer grauen Rinde.

Indem wir von Camaldoli nach Pianura hinabsteigen oder die wundervollen Aufschlüsse studieren, welche in der Schlucht von Verdolino die Grundlage des Berges enthüllen, treffen wir auf die Wirkungen einer dritten,

---

[1] di Lorenzo e Riva, Il Cratere di Vivara. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Vol. X, Serie 2, Nr. 8.

di Lorenzo, Il cratere di Astroni. Daselbst Vol. XI, Serie 2, Nr. 8.

Derselbe, I crateri di Miseno. Daselbst Vol. XIII, Serie 2, Nr. 1.

Derselbe, Il cratere di Nisida. Daselbst Vol. XIII, Serie 2, Nr. 10.

Derselbe, History of Volcanic action in the Phlegrean Fields. Q. J. Geol. Soc. London 1904, S. 296 f.

[2] J. Walther u. P. Schirlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1886, S. 306.

noch älteren Ausbruchsperiode. Es ist der seltsame »Piperno« und die mit ihm verknüpften Explosionsbreccien und Trachytlaven, welche zu so vielen Diskussionen[1] Anlaß gegeben haben. Obwohl die Umstände der Pipernobildung noch immer manches Rätsel bergen, so läßt sich doch beweisen, daß seine ganze Masse schon während der Ablagerungszeit eine beträchtliche Festigkeit besaß; denn metergroße Trachytblöcke sind in den alten Steinbrüchen bei Pianura dem graugeflammten Gestein eingefügt, das sich mit seinen dunklen Scherben um ihren Oberrand schmiegt, während diese im Liegenden völlig horizontale Schichtung zeigen. Im Hangenden verwandelt sich der Piperno in die seltsame bunte »Museumsbreccie«, die anfangs vorwiegend aus grauem Material entstand, dem sich dann erst vereinzelte rote Brocken beimischen, die allmählich zu einem blaß orangeroten Tuff hinüberleiten. An der Ostwand der Schlucht von Verdolino ist die diskordante Überlagerung der »Museumsbreccie« durch den gelben Tuff prächtig aufgeschlossen. Deutlich sieht man, daß die Pipernomassen disloziert und denudiert waren, bevor die Ausbrüche der gelben Tuffe erfolgten. Auch an verschiedenen anderen Stellen reichen die Aufschlüsse im gelben Tuff tief genug, um zu zeigen, daß die Ausbrüche des Piperno ein weites Gebiet verheerten. Das Profil am Westfuß des M. di Procida bei Torre di Gaveta stimmt völlig mit dem von Camaldoli überein. Die Nordküste von Procida, der Felsen von Cumä, fügen sich diesen Vorkommnissen an, und bei den Tunnelbauten im Vomero und Posillip hat Johnston Lavis ebenfalls den alten Kernvulkan nachweisen können.

Die Untersuchungen von Deecke[2] haben dargetan, daß gleichzeitig mit dem Piperno der sogenannte »kampanische Tuff« entstand, dessen weite Verbreitung und Gehalt an Bomben mit Fluormineralien durch Scacchi[3] erkannt und studiert wurde, und so eilt unser Auge über die blaue Wasserfläche hinüber nach Sorrent, wo der kampanische Tuff in einer Mächtigkeit von mehr als 40 m als ungegliederte Masse die fruchtbare Bucht auskleidet. Selbst auf Capri bildet der kampanische Tuff, wie Oppenheim[4] gezeigt

[1] Kalkowski, Über den Piperno. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1878, S. 663. — Johnston Lavis, Osserv. geol. in Boll. Com. Geol. Ital. XXI, 1890.

[2] Deecke, Zur Geologie von Unteritalien. N. Jahrb. f. Min. 1891, II, S. 286. — Führer durch Campanien. Berlin 1901.

[3] Scacchi, La regione vulc. fluorifere della Campania. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Ser. 2, Vol. II, Nr. 2, 1888.

[4] Oppenheim, Beitr. z. Geol. der Insel Capri. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1889, S. 472.

hat, unter den jüngeren Vesuvaschen ausgedehnte Ablagerungen. Wir werden dadurch in den Stand gesetzt, auch die Ausbruchszeit des kampanischen Tuffes und des Piperno zu bestimmen, im Anschluß an die überraschenden Funde, die man der unermüdlichen Arbeit von Dr. Cereo in Capri verdankt.

Bekanntlich ist über die ganze Länge der Apenninhalbinsel jene rote Erde (terra rossa) verbreitet, welche meist als Spaltenausfüllung im dichten Kalk auftritt und höchstwahrscheinlich aus eisenreichen, vulkanischen Aschen entstand, die in den tiefen Karrenfurchen des Apenninkalkes der allgemeinen Abtragung entgingen.

Auch auf Capri sind die mit »terra rossa« erfüllten Spalten nicht selten. Die Straße nach Anacapri hat einige derselben angeschnitten, und auf dem Weg von Anacapri–Caprile gegen Torre di Guardia bildet die rote neben einer gelben Erde ausgedehnte Lager. Sie erfüllt hier tiefe Karren im hellen Kalk, welche augenscheinlich nicht durch das Meer, sondern durch Regenwasser ausgewaschen wurden. Diese Tatsache, wie der Mangel an marinen Fossilien, beweisen deutlich die festländische Entstehung der Terra rossa. Als vor einigen Jahren die Gebäude vom Hotel Quisisana vergrößert wurden, zeigte sich, daß unter dem grauen Tuff, der die Bucht von Quisisana bis zur Certosa erfüllt, eine bis 5 m mächtige Ablagerung von roter Erde folgt, welche der unebenen Oberfläche des Kalkes diskordant aufgelagert ist. Den Bemühungen von Cereo gelang es, aus dieser Ablagerung eine Anzahl von wohlerhaltenen Knochen und Zähnen zu gewinnen, welche geeignet sind, nicht nur die Geschichte von Capri aufzuhellen, sondern auch die Ausbruchszeit des kampanischen Tuffes zu bestimmen. Die Fauna besteht aus Resten von Cervus, Sus, Ursus, Canis, Felis, Hippopotamus und Elephas. Zwei wohlerhaltene Molaren, deren Kaufläche ich photographieren ließ, zeigten sofort, daß es sich nicht, wie von Pigorini[1] angegeben wird, um E. antiquus, sondern um E primigenius handelt[2]. Dadurch wird das Alter der Terra-

[1] Pigorini, Materiali paletnologici del' Isola di Capri. Bull. di paletnologia italiana Vol. XXXII, 1906, S. 1, Taf. P.

[2] Vgl. noch die anderen italienischen Funde, welche A. Ricci, L' elephas primigenius nel Post-Plioceno della Toscana. Palaeont. italica Vol. VII, 1901, beschreibt.

Ich habe die Molaren mit dem reichen Valdarno-Material im Museum zu Florenz und den oberitalienischen Funden in den Sammlungen von Bologna und Verona verglichen und feststellen können, daß die jüngere Primigeniusform von dem älteren Antiquus ohne Übergangsformen überall leicht zu unterscheiden ist.

rossa-Fauna von Capri als jungdiluvial bestimmt, und die mit den Knochen gefundenen paläolithischen Steinwerkzeuge bestätigen diesen Schluß. Eine Spalte im Caprikalk, die durch die von F. Krupp nach der Piccola marina gebaute Felsenstraße nahe der Certosa aufgeschlossen wird, erfüllt noch heute eine Terra rossa, die mit der von Quisisana übereinstimmt, und sogar diluviale Knochenreste enthält.

Daraus ergibt sich aber auch, daß die Eruption des kampanischen Tuffes erst im jüngeren Diluvium begann, als der Urmensch die italische Halbinsel bewohnte und Capri noch landfest mit Italien verbunden war, so daß Flußpferde und Hirsche auf dem Gebiet der heutigen Insel leben konnten oder wenigstens vor den alten Jägern bis an den Fuß der felsigen Steilwände auf Capri flüchten konnten.

Daß das Becken des Golfes, dessen Nordküste jetzt ausschließlich durch die vulkanischen Bildungen begrenzt wird, von marinem Tertiär unterlagert ist, geht aus den Faunen hervor, welche den Bomben der Sommatuffe und vereinzelten Fundorten im gelben Tuff entstammen. Aber es scheint, als ob unter dem marinen Pleistozän mit einer rezenten Meeresfauna direkt der Macigno folgt, der ja auch auf Capri und der Sorrentiner Halbinsel in vereinzelten Denudationsresten den Apenninkalk überlagert.

Der eigentliche Untergrund des Golfes wird durch eine große Synklinale von mesozoischen Dolomiten und Kalken gebildet, welche im Norden der kampanischen Ebene in den Massiker Bergen auftauchte, dann von Capua bis Cava ihren Ostrand bilden und endlich in der Sorrentiner Halbinsel den neapolitanischen Golf von dem salernitanischen scheiden. Daß Capri als eine direkte Fortsetzung der Halbinsel von Sorrent betrachtet werden muß, hat sich immer deutlicher herausgestellt, und auch die vielumstrittene Frage nach dem Alter dieser Gesteine darf jetzt als entschieden betrachtet werden. Zwischen Nocera, Salerno und Amalfi tritt die obere Trias zutage, deren Fauna durch Galdieri[1] beschrieben wurde. Darüber folgt in einer Diskordanz, deren Natur noch nicht studiert werden konnte, das Urgon, dessen Fauna besonders durch die Bemühungen von Cereo von dem reichen Fundort Venassino (über dem Arco naturale) auf Capri gesammelt

[1] Galdieri, Sul trias dei dintorni di Giffoni. Napoli 1908. Atti dell' Accademia Pontaniana. Vol. XXXVIII.

wurde. Die Arbeiten von Parona[1], Airaghi[2] und de Angelis d' Ossat[3] haben ergeben, daß es sich hier nicht um Jura[4] oder um eine Grenzformation zwischen Jura und Kreide[5] handeln kann, sondern um eine höhere Stufe der unteren Kreide (Urgon).

Für unsere Betrachtungen des Bodenreliefs im Golf ist aber nicht so sehr die stratigraphische Stellung als die tektonische Lagerung dieser Kreidekalke von Bedeutung, und in dieser Frage hat eine kürzlich erschienene Arbeit von Rovereto[6] den Nachweis zu führen gesucht, daß der Ostrand von Capri von einer überschobenen Falte gebildet werde. Trotzdem ich bei günstiger Beleuchtung eine besondere Bootexkursion unternahm, um die im Profil von Rovereto gezeichnete Falte zu verfolgen, ist es mir nicht gelungen, auch nur eine Spur derselben zu entdecken, und ich finde mich in Übereinstimmung mit di Lorenzo[7], wenn ich an der Auffassung festhalte, daß Capri aus einer zerstückelten, mächtigen Kalkplatte besteht, deren Tafeln vielleicht an ihren Rändern übereinandergeschoben, aber nicht überfaltet sind. Nur am Westfuß des Solaro treten verwickelte tektonische Störungen auf.

Wenn wir, von Castellamare gegen Capri vorschreitend, die Lagerung der Kreidekalke prüfen, dann sehen wir die wohlgeschichteten Kreidekalke, die nach den Untersuchungen von Böse[8] am M. Sant' Angelo eine Mächtigkeit von 1500 m erreichen, zunächst zwischen Nocera und Amalfi eine breite, durch Brüche abgestufte Antiklinale bilden. Von Positano sinkt der Südflügel der Antiklinale in einem Staffelbruch gegen den Golf von Salerno ab, dessen Bruchrand in den Klippen der »Galli« über den Meeres-

---

[1] Parona, Nuove osservazioni sulla Fauna dei calcari con Ellipsactinidi dell' Isola di Capri. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei. Vol. XIV, Serie 5a, fasc. 2.

[2] Airaghi, Echinodermi infracetacei dell' Isola di Capri. Rivista italiana di Paleontologia. An. XI, fasc. II. Perugia.

[3] de Angelis d' Ossat, I coralli del calcare di Venassino. Memoria della Reale Accademia della Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Vol. XII, Serie II, Nr. 16.

[4] Steinmann, Über das Alter der Apenninkalke von Capri. Berichte d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 1888. Heft III.

[5] Oppenheim a. a. O., S. 450.

[6] Rovereto, Studii di Geomorfologia. Genova 1909. S. 233.

[7] di Lorenzo, L' Isola di Capri. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei. 19. Mai 1907.

[8] Böse, Contributo alla geologia della penisola di Sorrento. Memoria dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Napoli 1896. Nr. 8.

spiegel ragen. Bis zur Bucht von Meta und Sorrento reichen die nach dem Golf von Neapel in Nordwestrichtung hinabtauchenden Kreidekalke. Sobald wir aber das breite, mit kampanischem Tuff erfüllte Becken von Sorrento durchschritten haben, ändert sich das Streichen und die Lagerung der Schichten in auffallender Weise, denn die dreieckige Kalkplatte, welche sich zwischen Capo di Sorrento, Sant' Agatha und P. Campanella ausdehnt, streicht durchschnittlich Südwest-Nordost, und so sehen wir hier schon dieselbe Lagerungsform beginnen, die uns jenseits der Bocca piccola in den Felsenplatten von Capri entgegentritt.

2. Die Bodengestalt des Golfes.

Der Stand des Meeresspiegels hat sich bekanntlich gerade an den Ufern des Golfes von Neapel im Laufe der letzten Jahrhunderte vielfach verändert, und zwar haben ihn ganz verschiedenartige Kräfte umgestaltet. Regenwasser wusch frisch gefallene Aschen und den Schutt der Kalkberge nach den Niederungen und verwandelte flache Meeresbuchten in fruchtbares Ackerland. So lag Pompeji früher viel näher am Meer, und die weite Ebene zwischen Torre Annunziata und Castellamare ist erst in den letzten Jahrtausenden aufgefüllt. Auch die Niederung zwischen Neapel und Portici gehört zu den in jüngerer Zeit landfest gewordenen Meeresteilen. Zu dem künstlich verbreiterten Ufergelände bei Neapel gesellt sich die Niederung bei Bagnoli, das Gebiet des Lucriner Sees, das Mare morto, der Lago del Fusaro und Lago di Licola als durch geologische Vorgänge neugewonnenes Land.

Andrerseits haben die stürmischen Wogen des Meeres vielfach große Stücke ehemaligen Festlandes verschlungen. Zwar leisteten die Sorrentiner Kalkfelsen der Brandung energischen Widerstand, und auch an den Lavaströmen des Vesuvs arbeitete die Brandung meist vergeblich. Um so leichteres Spiel hatte sie mit den nur locker verkitteten Aschen am Fuß der Vulkanberge zwischen Neapel und Ischia. Leicht läßt sich der alte Krater von Nisida trotz der starken Abrasion noch erkennen; aber es bedurfte der eingehendsten Untersuchungen, wenn di Lorenzo[1] die Kraterformen

[1] di Lorenzo, Il Cratere di Miseno. Atti della Reale Accademia di Napoli. Vol. XIII, S. 2, Nr. 1; Il Cratere di Nisida; ebenda Nr. 10.

zwischen Bajä und Miseno und an den Ufern von Procida und Vivara verfolgen wollte. Auch an den Ufern von Ischia sehen wir alle Übergänge von geschlossenen Kraterringen zu halb geöffneten Ringwällen und endlich den phantastischen Felsen, die als letzte Überreste einstiger Aschenkegel aus den Fluten ragen.

Als eine dritte Ursache von Veränderungen der Küstenlinie erkennen wir die langsamen Schaukelbewegungen des Bodens, die im Zusammenhang mit dem unterirdischen Aufsteigen und Hinabsinken des vulkanischen Magmas lange Küstenstreifen bald über den Meeresspiegel, bald unter denselben verlagerten. Die Säulen des Serapeum von Pozzuoli, die man so lange als eine seltsame Ausnahme betrachten mußte, fügen sich nach den Untersuchungen von Günther[1] in eine Reihe verwandter Erscheinungen. In der Zeit der höchsten Blüte der griechischen Kolonie ragten auch die Vulkane der phlegräischen Felder am höchsten (etwa 7 m höher als jetzt) über das Meer empor, und als die klassische Blütezeit ihr Ende erreichte, da sanken auch die Küsten unter den Wasserspiegel. Vom Mittelalter läßt sich der Tiefstand der Küstenlinie im XVI. Jahrhundert bis auf 6 m unter dem heutigen Strand nachweisen, dann erfolgten neue Hebungen, die wahrscheinlich die Eruption des Monte nuovo vorbereiteten und im XVII. Jahrhundert 4 m über den heutigen Wasserspiegel reichten. Seitdem dringt abermals das Meer tief in das Land hinein, so daß heute mehrere Straßen am Hafen von Pozzuoli schon etwa $\frac{1}{2}$ m tief unter Wasser stehen und alle benachbarten Keller mit Seewasser erfüllt sind.

Wenn sich so der Meeresspiegel noch jetzt ändert, dann erscheint es möglich auch die unter dem Wasser verborgenen Reliefformen mit den Bergen der Küste zu vergleichen und zu prüfen, wie weit das festländische Relief unter den Meeresspiegel hinab verfolgt werden kann.

An den unter der Leitung von G. B. Magnaghi[2] in den Jahren 1883 bis 1886 ausgeführten Lotungen nahm ich im Frühjahr 1885 teil, als Leutnant A. Colombo kommandiert wurde, um die Gestalt der von den Fangschiffen der Zoologischen Station zu Neapel allwöchentlich besuchten Untiefen (= Secca) genau aufzunehmen. Mein leider so früh verstorbener Mitarbeiter hat die Resultate seiner dann bis zum Schluß des Jahres 1885 fortgesetzten

[1] Günther, Contributions to study of Earth-Movement in the bay of Naples. Oxford 1903.

[2] G. B. Magnaghi, Golfo di Napoli Blatt Nr. 127.

Lotungen und Dredgungen in einer Monographie[1] veröffentlicht, während ich eine geologische Übersicht der Bodengestalt in meiner Arbeit »I volcani sottomarini del golfo di Napoli«[2] gab.

Das Becken von Neapel zeigt zwischen dem Posillip und der Halbinsel von Sorrent eine verhältnismäßig einfache Gestalt. Langsam sinkt der Meeresgrund von der Küste bis zu einer Tiefe von etwa 200 m hinab, so daß Colombo mit Recht den Teil des Golfes östlich der Linie Gajola–Capri als die »regelmäßige Hälfte« bezeichnen konnte. Nur zwei Stellen sind es, die unsere Aufmerksamkeit in höherem Maße beanspruchen. Zunächst erhebt sich ungefähr im Mittelpunkt des Kreissegmentes, das durch die Küste vom Castel d'Uovo bis Capo di Posillipo bezeichnet wird, über den 70—80 m tiefen Grund eine Felsenklippe, auf der nur 48 m Wasser gelotet werden. Es ist

die Secca di Chiaia.

Sie bildet eine von Südosten nach Nordwesten etwa 180 m lange und etwa 60 m breite Untiefe, deren Grund fast durchweg aus festem, unverschiebbarem Material besteht, so daß man mit der Dredge auf ihr überhaupt nicht arbeiten kann und auch das Lot nur Teile des organischen Überzuges mit heraufbringt. Dieser besteht[3] aus ungemein formenreichen Kolonien von Kalkalgen, Bryozoen, Hydroiden, Spongien und anderen festsitzenden Organismen, zwischen denen eine mannigfaltige Fauna von kriechenden Tieren lebt. Wenn das große Standnetz (Tartanella) eine Nacht über der Secca di Chiaia aufgestellt war, dann sind seine Maschen erfüllt mit bunt gefärbten Pflanzen und Tieren aller Art.

Die isolierte Lage dieser felsigen Klippe inmitten einer schlammbedeckten, fast ebenen Umgebung, nahe einer vulkanischen Küste, von welcher die Meeresbrandung die Felsen des Castel d'Uovo, den stark verkleinerten Krater von Nisida und die untertauchenden Klippen der Gajola abgetrennt hat, macht es mehr als wahrscheinlich, daß wir in der Secca di Chiaia den letzten Abrasionsrest eines alten Vulkans zu sehen haben, der mit den Eruptionen des gelben Tuffes in Beziehung stand.

[1] A. Colombo, La fauna sottomarina del golfo di Napoli. Rivista maritima 1887.

[2] J. Walther, Bollettino del Comitato Geologico 1886, Nr. 9. — Vgl. auch J. Walther und P. Schirlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Berlin 1886 S. 300.

[3] J. Walther, Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Berlin 1885 S. 229.

Die zweite Anomalie in dem regelmäßigen Schüsselbau des östlichen Golfes ist eine etwa 8 km lange Rinne, welche fast genau in der Fortsetzung des M. Sant' Angelo von Südosten nach Nordwesten streicht und ziemlich rasch von 140 auf 160 m Tiefe absinkt. Ich nenne sie zu Ehren meines Mitarbeiters den

Colombograben (fossa di Colombo),

denn sie bildet ein überaus merkwürdiges Element in der Gestalt des von ihm durchloteten Meeresgrundes. Ihre Richtung kann durch die Nähe des Vesuvkegels ebensowenig wie durch die Gestalt der phlegräischen Felder erklärt werden. Vielmehr deutet ihr geradliniger Verlauf darauf hin, daß sie in engen Beziehungen zu der tektonischen Senkung steht, welche am Südwestfuße des M. Sant' Angelo die gewaltige Steilwand und die Ebene von Vico Equense erzeugte.

Aus der überaus langsamen Abdachung, mit der die Halbinsel von Sorrent gegen Westen nach der Bocca piccola und weit hinaus jenseits Capri bis zur Tiefe von etwa 180 m absinkt, geht deutlich hervor, daß hier der Untergrund des Golfes von nur schwach geneigten und wenig gestörten Schichtentafeln gebildet wird. Dann aber treten wir in ein Gebiet ein, in dem der Einfluß der Vulkane im Norden und der tektonischen Störungen in der Fortsetzung von Capri eine seltsame Rolle spielen und die Gestalt des Meeresgrundes in eindrucksvoller Weise beeinflussen.

Betrachten wir zunächst die Nordhälfte des Golfes zwischen dem Posillip und Ischia, deren Küste, wie wir gesehen haben, überall durch die Abrasionsformen von vulkanischen Aschenkegeln bestimmt wird, die alle Phasen der langsamen Zerstörungen durch das Meer verfolgen lassen. Indem wir hier von der Küste mit ihren nur noch zur Hälfte oder zum kleineren Teil erhaltenen Vulkanbergen gegen die vom Wasser verhüllten Bodenformen vordringen, sehen wir bald, daß Nisida und Capo Miseno nicht die letzten Vulkane sein können, welche dereinst in diesem Gebiete tätig waren. Vielmehr erkennen wir, daß sich über den langsam gegen Süden absinkenden Meeresgrund etwa sieben kleinere und größere Untiefen erheben, welche zum Teil noch jetzt durch ihre Gestalt erkennen lassen, daß sie die letzten Überreste einstiger Vulkanberge sind, welche im Laufe langer Jahrtausende der Abrasion der Wellen zum Opfer fielen.

Der felsige Grund, der südlich der Klippe von Gajola als

Secca di Gajola

von den Fischern der Zoologischen Station viel besucht wird, ist allerdings topographisch zu wenig scharf umschrieben, um als besonderer Vulkanrest angesprochen zu werden; aber südlich von Nisida erhebt sich ein rundliches Plateau von 73 m Wassertiefe wie eine Bastion über den bis 120 m abfallenden Seegrund, die

Secca di Nisida

und im Osten befindet sich sogar eine 200 m tiefe, gewundene Rinne, die als die

Steige (Ammontatura)

den neapolitanischen Fischern wohlbekannt ist, weil aus dieser tiefen Senke oftmals die Cephalopoden, Krebse und Fische größerer Meerestiefen emporsteigen. Südlich davon ist der Meeresgrund als ein breites, 120—100 m tiefes Tal gestaltet, und dann steigt wiederum ein ungefähr elliptisches Plateau bis 50 und 42 m Wassertiefe empor. Es ist die

Secca di Benda Palummo,

die wir noch ausführlich zu schildern haben. Soviel ich erfahren konnte, rührt der Name Palummo (neapolitanisch = colombo) davon her, daß die Fischer vor langen Jahren eine antike Bronzetaube im Netz mit heraufbrachten, die vielleicht bei einem Schiffbruch hinuntergefallen war. Für den Namen Benda (-Binde) konnte ich keine Deutung erfahren. Um einen kürzeren Ausdruck zu haben, bezeichne ich diese Secca künftighin als die Taubenbank.

In ähnlicher Weise, wie die Secca di Nisida der gleichnamigen Insel vorgelagert ist, so erhebt sich vor dem Vulkanrest von Miseno aus der Tiefe von 100—90 m die

Secca di Miseno

bis zu einer Wassertiefe von 33—26 m empor und verknüpft die Taubenbank mit den benachbarten Vulkanresten von Procida.

Auch südlich der Taubenbank, kurz bevor der Meeresgrund zu 500 m Tiefe absinkt, ist eine Untiefe, die aus 130—140 m bis zu 101 m Wassertiefe aufsteigt und mit einer westlich davon gelegenen, weit hervorragen-

den Bastion als die südlichste Grenze der untermeerischen Vulkanruinen angesprochen werden darf.

Im Süden von Vivara steigt aus der Tiefe von 100—80 m ein kleines Klippengebiet (La Catena) empor, dann folgt nördlich die Formica genannte Bank, und endlich in der Straße von Procida die Torrione-Bank; vor die Südostküste von Ischia lagert sich sodann die fast kreisrunde

Secca d' Ischia,

welche, rings von 80 m tiefem Wasser umgeben, bei einem Durchmesser von 1 km überall etwa 30—27 m Wassertiefe zeigt.

Nachdem wir so die vulkanischen Formationen der phlegräischen Felder in der Nachbarschaft von Nisida, Miseno, Procida und Ischia bis zu einem Küstenabstand von 10 km in die Bodengestalt der nördlichen Golfhälfte verfolgen konnten, wenden wir unser Augenmerk der Bocca grande zu, die zwischen Capri und Ischia den Golf von Neapel mit den Tiefen des Tyrrhenischen Meeres verbindet.

Während Ischia und die phlegräischen Vulkane in den Vulkanen der Ponzainseln ihre westliche Fortsetzung finden, hören bekanntlich südlich des Vesuvs längs der ganzen Küste bis zu den Liparen die vulkanischen Essen völlig auf, und mit Recht weist di Lorenzo darauf hin, daß die zahlreichen Vulkane im Golf von Neapel aus einer synklinal gebogenen Mulde emporsteigen, während der Antiklinalbau des Nachbargolfes von Salerno keinerlei Spuren[1] vulkanischer Tätigkeit erkennen läßt.

Um so größer sind hier die tektonischen Senkungsfelder, und die Regionen der Tiefsee treten so nahe an die Südküste von Capri heran, daß hier in 2 km Küstenabstand schon Tiefen von 1000 m gelotet werden. Der Böschungswinkel des Meeresgrundes beträgt also hier durchschnittlich 45°. In diesem sowohl bionomisch wie lithologisch so überaus interessanten Grenzgebiet hat in den Jahren 1900—1903 Friedrich Krupp zusammen mit S. Lobianco seine wichtigen Tiefseeuntersuchungen angestellt. Ich bezeichne daher das über 1000 m tiefe Becken südlich von Capri als die

Krupp-Tiefe.

---

[1] Die Augite, welche in dem Muschelsand zwischen den Sireneninseln (Galli) so häufig sind, stammen jedenfalls aus einem bis dahin reichendem Aschenregen des Vesuv.

Langsam senkt sich die Tafel des M. Solaro gegen Westen und Nordwesten bis zu einer Tiefe von etwa 200 m. Dann rücken die Isobathen dicht aneinander und senken sich zu einer aus der Krupptiefe von Südwesten nach Nordosten streichenden Rinne, welche zunächst als eine sich verschmälernde Furche mehr als 1000 m tief gegen Nordosten läuft, dann durch eine Brücke von 750 m Wassertiefe unterbrochen wird, um sich jenseits derselben in einer bis 932 m hinabreichenden Übertiefung, den ich als den

Brunnen

bezeichne, fortzusetzen. Dann gabelt sich die Rinne. Ihre Haupttiefe biegt nach Nordwesten um, wendet sich am Fuß der vulkanischen Secchen mit auffallender Geradlinigkeit wieder gegen Nordosten, umkreist die Taubenbank und endet in der vorhin schon erwähnten Steige (Ammontatura) an der Secca di Nisida. Diese lange, gewundene Rinne ist für den Tierreichtum des Golfes von Neapel von der allergrößten Bedeutung; denn die aus der dunklen Tiefsee bei Nacht emporsteigenden Tiere werden durch die in die Bocca grande mit besonderer Macht eindringenden Sciroccostürme gegen den inneren Golf getrieben, und so füllt sich am Südfuß der Taubenbank das große Planktonnetz selbst in 100 m Tiefe noch mit den Bewohnern der Tiefsee. Bei der großen Bedeutung, welche diese Furche für die Arbeiten der Zoologischen Station hat, nenne ich sie nach deren Begründer:

Anton-Dohrn-Graben.

Nordwestlich des Dohrngrabens steigt der Meeresgrund ebenso steil wieder empor und erhebt sich zu einem von Südwesten bis Nordosten etwa 15 km langen und etwa 5 km breiten Plateau, dessen Oberfläche bis 134 m Wassertiefe emporsteigt, aber durchschnittlich 230 m tief liegt. Die Erforschung der Lebewelt und der Sedimente dieses fast von allen Seiten von Tiefsee umgebenen Sockels verspricht überaus interessante Ergebnisse. Ich nenne das Gebiet nach dem leider so früh der Wissenschaft entrissenen Konservator der Zoologischen Station

Lobianco-Platte.

Im Südwesten derselben öffnet sich abermals ein gewaltiges über 1000 m tiefes Abyssalgebiet, das 1886 mit Rücksicht auf Fauna und Lebensverhältnisse von meinem Freunde C. Chun durchforscht wurde und das ich daher als die

Chun-Tiefe

bezeichne.

Wie aus der Krupptiefe der Dohrngraben nach Nordosten dringt, so entwickelt sich aus der Chuntiefe ein zweiter Graben, der die Lobiancoplatte mit steilen Böschungen fast geradlinig begrenzt und nur durch drei merkwürdige Übertiefungen ausgebuchtet wird, während von Norden her der breite Vulkansockel von Ischia mit weit vorragenden Bastionen seine breite Senke gliedert. Ich glaube seine letzte nach Nordwesten gerichtete Fortsetzung in dem seltsamen kleinen Übertiefungsgebiet zwischen der Secca d' Ischia und der Taubenbank erblicken zu dürfen. Zur Erinnerung an den ausgezeichneten Erforscher des Golfes bezeichne ich diese Furche als den

Magnaghi-Graben.

Das Relief der eben geschilderten Bodenformen zeigt so viele Beziehungen zu dem Streichen und Fallen der aufragenden und gesenkten Streifen sowie den Platten der Sorrentiner Halbinsel und der Insel Capri, unterscheidet sich anderseits so grundsätzlich von den oben geschilderten Bodenformen längs der vulkanischen Nordküste, daß ich in der vom Dohrngraben und Maniaghigraben begrenzten Lobiancoplatte große Schollen des Apenninkalkes erblicken zu dürfen glaube, welche bei der tektonischen Anlage des kampanischen Golfes in die Tiefe sanken.

3. Die natürliche Lage der Taubenbank.

Wenn die Taubenbank seit langen Zeiten für die Fischer von Neapel als vielbesuchter Fischereigrund und seit Gründung der Zoologischen Station wegen ihrer Fauna auch für zahllose wissenschaftliche Arbeiten eine so große Bedeutung gewonnen hat, so liegt dies an einer Reihe von hydrographischen und bionomischen Umständen, welche zusammenwirken, um das reiche Tierleben dieser Untiefe zu bedingen.

Gegenüber den anderen Abrasionsresten einstiger Vulkane ist die Taubenbank zunächst durch ihre Größe ausgezeichnet. Nur die Secca d' Ischia hat ähnliche Dimensionen, aber diese liegt dem Lande so nahe, daß sie bei Stürmen leicht von dem aufgewühlten, trüben Wasser des Küstensaums bespült wird. Nach einem mehrere Tage anhaltenden Scirocco, der mit seinen brandenden Wellen überall den Boden der Seichtwasserzone aufgewühlt hatte, beobachtete ich auf der Fahrt zur Taubenbank, daß das trübe

Wasser, das in breitem Saum die Küste des Posillip begleitete, schon in einem Küstenabstand von 2 km südlich der Gajola rasch wieder dem reinen blauen Wasser des äußeren Golfes Platz machte.

Der zweite günstige Umstand liegt darin, daß die Taubenbank im Südosten und Nordosten vom Dohrngraben umzogen wird, so daß sie sich hier aus einem Gebiet erhebt, das von 450 m Wassertiefe bis zu 200 m nur langsam aufsteigt, dann aber rasch in den ausgedehnten Sockel übergeht, der bei einer durchschnittlichen Tiefe von 120 m den Unterbau der Secca bildet.

Auf diesem erhebt sich die eigentliche Bank als ein zweigipfliger Rücken, der in der Mitte nur 150 m breit ist, sich nach Süden bis auf 50 m Wassertiefe erhebt, am Nordende aber, gegen Nordwest umbiegend, einen bis 45 m Wassertiefe aufragenden Kamm bildet.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Taubenbank ein stark denudierter Vulkan ist, kann man ihre Gestalt etwa aus der Form des Capo Miseno erklären, das nach di Lorenzo ebenfalls dem schmalen Mittelstreifen eines wenn auch viel kleineren Vulkans entspricht, dessen östlicher und westlicher Rand durch die in die Bocca grande hineindringenden Strömungen fortgewaschen wurde.

Der Boden des Golfes wird mit Ausnahme der sandbedeckten Küstenzone von einem sehr feinkörnigen grauen Schlamme bedeckt, der augenscheinlich aus den Tuffen der älteren und den Aschen der jüngeren Vulkane durch mechanisches Schlämmen und chemische Zersetzung entstanden ist. Allmähliche Übergänge vermitteln zwischen dem feinkörnigen aber festen Sandboden nahe der Küste und dem sahneartigen feinen »Fango« der Tiefen unterhalb 50—100 m.

Auch an der Taubenbank beobachten wir ähnliche Verhältnisse. Nur daß hier die Quelle des Sandes nicht in der 4 km entfernten Küste zu suchen ist, sondern in den Tuffelsen und Laven, aus deren Zerstörung die Secca entstanden ist. So kommt es, daß wir auf der Höhe der Taubenbank, besonders auf dem Sattel zwischen den beiden Gipfeln, einen verhältnismäßig festen Sandboden finden, zwischen dem augenscheinlich überall kleine und große Klippenregionen aufragen. Die Existenz solcher Klippen wird zunächst bewiesen durch die nicht seltenen Fälle, wo bei unseren Lotungen die mit Talg ausgestrichene Vertiefung am Unterende des schweren Bleilotes den deutlichen Abdruck eines harten unbeweglichen Körpers zeigte. Auf meiner

Sedimentkarte sind solche Stellen durch eine besondere Signatur bezeichnet. Dann aber durch die an manchen Stellen auf der Taubenbank in so reicher Entfaltung wachsenden Spongien, Gorgoniden und Hydrozoen. Eine Antipathes oder Pteroides von Meterlänge braucht jedenfalls lange Jahrzehnte zu solchem Wachstum und muß während dieser ganzen Zeit auf einem Untergrund angeheftet sein, der sich auch bei den stärksten Stürmen nicht bewegen kann.

Von der Festigkeit mancher Stellen an der Oberfläche der Taubenbank konnte ich mich auch jetzt wieder überzeugen, wenn die schwere Eisendredge sich entweder in den Klippen des Untergrundes verfangen hatte, so daß sie nur durch eine Änderung des Kurses wieder freizumachen war, oder wenn die Dredge nach einem Zug von 20—50 m Länge völlig leer an Bord kam. Es ist begreiflich, daß man aus diesem Grunde vermeidet, gerade auf den felsenreicheren Teilen der Taubenbank zu dredgen und hier lieber die Tartanella hinabläßt, in deren langsam dahingleitenden Falten sich alle die mit zackigen und rauhen Hartgebilden versehenen Tiere des Bodens fangen.

Von diesen nach Zahl und Ausdehnung schwer zu bestimmenden Felsen und dem aus ihrer Verwitterung entstehenden Mineralsand wird nun mitten in dem mit breiartigem Schlamm bedeckten Gebiet ein fester Untergrund geschaffen für die Ansiedlung von zahllosen Organismen, welche in ihren Lebensgewohnheiten an eine unverschiebbare Unterlage angepaßt sind, aber durch Trübung des Wassers leiden.

Es gibt kaum eine Stelle im ganzen Golfgebiet, die dem geologisch geschulten Beobachter die Bedeutung der Fazies des Untergrundes für die Verteilung der Organismenwelt so klar und anschaulich vor Augen führt wie die Taubenbank mit ihrem so überreichen Pflanzen- und Tierleben inmitten des lebensarmen Schlammgebietes.

Aber zu den angeführten Umständen tritt als im hohen Maße lebensfördernd die Tatsache hinzu, daß sich die Taubenbank mit größeren Flächen bis auf 65 m und in zwei getrennten Rücken sogar bis 50 und 45 m Wassertiefe aus dem dunklen Abgrund in lichte Zonen des Wassers erhebt.

Von allen Faktoren, welche lebenerhaltend und lebenfördernd auf dem Lande wie im Meere wirken, steht das Sonnenlicht an erster Stelle. Wir wissen, daß selbst das reinste Seewasser eine starke Absorption auf die eindringenden Lichtstrahlen ausübt; in einer Tiefe von 2 m ist schon die

Hälfte aller roten Sonnenstrahlen ausgelöscht, und je nach dem Stand der Sonne und der Klarheit des Wassers beginnt in einer Tiefe von 2—400 m die »aphotische« Region[1] der Tiefsee.

Bei seinen Studien über die Verteilung des Plankton in den größeren Tiefen des Golfes fand Lobianco[2], daß man vier Arten planktonischer Organismen unterscheiden müsse, welche scharf umschriebene Lebensgenossenschaften bilden, die sich im offenen Meer übereinanderschichten. Zu oberst lebt in der lichtreichen Region von 0—30 m das Phaoplankton, das hauptsächlich aus kleinen Algen und Diatomeen und mancherlei Tierformen besteht. Darunter beobachten wir die Dämmerungszone des Meeres in Tiefen von 30—500 m, in der sich das viel formenreichere Knephoplankton aufhält. In dieser Zone schwimmen besonders die Scharen der meroplanktonischen Larven des bodenbewohnenden Benthos, die für die Ernährung vieler anderer Meerestiere eine so wichtige Rolle spielen. Unterhalb 500 m beginnt endlich das völlig aphotische Gebiet der Tiefsee, das wiederum seine eigenartige Fauna des Skotoplankton enthält. Neben diesen zonar geordneten Faunen, die in ihrer Verteilung durch den Wechsel von Tag und Nacht, durch Strömungen und Windstau vielfach beeinflußt werden, gibt es noch eine Anzahl schwebender Tiere, welche Lobianco als Panteplankton[3] unterschied, weil er sie in allen Tiefen lebend antraf. Es gehören hierzu besonders die auch geologisch so wichtigen planktonischen Foraminiferen (*Globigerina, Orbulina, Pulvinulina*), die man früher vielfach als Tiefseeorganismen angesprochen hat, weil ihre Schalen gerade in den größten Meerestiefen so häufig und so weit verbreitet sind. Die methodischen Schließnetzzüge von Krupp und Lobianco südlich von Capri haben bewiesen, daß gerade diese pamplanktonischen Formen in ihrem Leben an keine bestimmte Wassertiefe gebunden sind.

Was für die schwebenden Organismen des Meeres gilt, das gilt noch in viel höherem Maße für das Benthos des Meeresgrundes. Auch alle bodenbewohnenden Tiere und noch mehr die Pflanzen zeigen sich in strenger Abhängigkeit vom Lichte verteilt. Die Lebensarmut des weichen Schlammes in der Umgebung der Taubenbank ist nicht allein durch die

---

[1] Walther, Bionomie d. Meeres S. 35.

[2] Lobianco, Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel 1909, Heft 4, S. 524.

[3] Häcker hat neuerdings (Wissensch. Ergebn. d. D. Tiefseeexped. Bd. 14, 1908, S. 537) dafür den Ausdruck »Pamplankton« gesetzt.

Verschiebbarkeit des Untergrundes, sondern in viel höherem Maße durch die Lichtarmut des darüber stehenden Wassers bedingt. Die Taubenbank aber ragt aus der aphotischen Tiefe des Dohrngrabens und der Dämmerungszone ihres Sockels mit ihrer Oberkante bis in die lichtreichen Oberschichten hinein, und so konnten sich hier jene zahlreichen Algen ansiedeln, welche die Dredge in so reicher Fülle zutage bringt und deren spröde Ästchen auch das Bleilot so oft abbrach, daß ich auf Grund dieser Funde die Verteilung der geschlossenen Florideengebiete auf meiner Karte darzustellen versuchen konnte.

Bekanntlich zeigen auch die Algen des Meeres im allgemeinen eine sehr deutlich gegliederte Zonenverteilung nach der Lichtmenge. Die braunen und grünen Algen bewohnen vorwiegend die flachen Gründe bis zu 20 m. Dann werden die schon hier vorhandenen Rotalgen immer zahlreicher, und wenn das Netz von den Algengründen der Taubenbank oder der Gajola heraufkommt, dann wird das ganze Deck überrollt von den leuchtend hellroten oder violetten warzigen Knollen der Lithothamnien. Dazwischen bemerken wir die zierlich gegliederten Astbüschel der Korallinen und die prächtig rosaroten wie aus feinstem Porzellan gefügten Blattschirme der Lithophyllen.

Überraschend war mir, daß auf der Taubenbank die dunkelgrünen, wie ein Gingoblatt geformten Thallen von *Udothea Desfontaini* und die prall mit Wasser erfüllten grünen Kugeln der *Vallonia macrophysa* ziemlich häufig sind, daß also für diese nur mit Chlorophyll versehenen Algen das durch 50 m Wasser stark absorbierte Sonnenlicht zur Assimilation ausreichte.

Welche Bedeutung dieses reiche Pflanzenleben für die auf dem festen Untergrund der Secca lebenden Tiere besitzt, bedarf weiter keiner Ausführung.

Für den Wasseraustausch innerhalb des Golfes kommt hauptsächlich die Bocca grande zwischen Ischia und Capri in Frage, denn nur hier kann der Südweststurm die hoch aufgetürmten Wogen des offenen Meeres in ihrer ganzen Breite bis in den inneren Golf hineintreiben. Aber langanhaltender Sturm setzt nicht allein die Oberflächenschicht des Meeres in eine gleichsinnige Bewegung, sondern überträgt diese auch durch Reibung auf immer tiefer liegende Wasserschichten. Nun haben wir gesehen, daß die über 1000 m tiefe Krupptiefe und die ebensoweit hinabreichende Chuntiefe ungefähr in der Mitte der Bocca grande durch die langgestreckte

Lobiancoplatte getrennt werden, an deren Flanken der Dohrngraben und der Magnaghigraben mit ihren Ausläufern bis an den Fuß der Taubenbank dringen und diese von drei Seiten umkreisen. In diesen Flutrinnen werden mit dem nach dem inneren Golf hineingetriebenen Tiefenwasser auch die Millionen von planktonischen Tieren bis an den Rand der Taubenbank herangetragen, und es wird dadurch eine unerschöpfliche Nahrungsquelle für die festsitzenden Tiere auf derselben geboten.

So vereinigen sich eine Anzahl ganz verschiedenartiger Ursachen, um die Oberfläche einer alten Vulkanruine mit reichblühendem Leben zu überziehen.

4. Die Fauna der Taubenbank.

Auf Grund seiner umfassenden Kenntnisse der Lebensverhältnisse aller Meerestiere im Golf von Neapel hat mein Freund Prof. Dr. Lobianco noch kurz vor seinem Tode die folgende Liste mit mir zusammengestellt, welche in übersichtlicher Weise die Lebewelt der Taubenbank und der sie umgebenden Schlammregion überschauen läßt:

Fauna des Fango:	Fauna der Taubenbank:
Porifera.	
—	*Aplysina aërophoba* Ndo.
—	*Axinella foveolaria* Ndo.
—	*Axinella polypoides* O. S.
—	*Axinella verrucosa* Esp.
—	*Cacospongia cavernosa* O. S.
—	*Cacospongia mollior* O. S.
—	*Chondrilla nucula* O. S.
—	*Chondrosia reniformis* Ndo.
—	*Clathria coralloides* O. S.
—	*Corticium candelabrum* O. S.
—	*Euspongia officinalis* L.
—	*Halisarca Dujardinii* Johnst.
—	*Hircinia variabilis* O. S.
—	*Leucosolenia clathrus* O. S.
—	*Lieberkühnia calyx* Ndo.
—	*Oculina polystomella* O. S.
—	*Reniera cratera* O. S.
**Rhizaxinella pyrifera* D. Ch.[1]	—

[1] Die mit * bezeichneten Arten leben nur auf Steinchen und anderen Fremdkörpern, die im Schlamm verteilt vorkommen.

—	*Schmidtia dura* Ndo.
—	*Siphonochalina coriacea* O. S.
—	*Spongelia pallescens* O. S.
—	*Suberites domuncula* Olivi.
—	*Sycon elegans* Bwk.
—	*Tethya lyncurium* Auct.
**Thenea muricata* Bwk.	—
	Ute glabra O. S.

Von 42 beschriebenen Spongien leben 24 auf der Secca und nur 2 Arten bewohnen den Schlammgrund. Diese finden sich auch hier nur an Steinchen und Schlacken, die mitten im weichen Grund eine festere Anheftungsstelle bieten.

Anthozoa.

—	*Adamsia palliata* Bohd.
—	*Adamsia Rondeletii* D. Ch.
—	*Alcyonium acaule* Marion
—	*Alcyonium coralloides* Pall.
—	*Alcyonium palmatum* Pall.
—	*Antipathes aenea* Koch
**Antipathes subpinnata* Ellis	—
**Caryophyllia cyathus?*	*Caryophyllia cyathus* Lmx.
—	*Cladactis Costae* Panc.
—	*Corallium rubrum* Lam.
**Dendrophyllia ramea* M. Edw.	—
Funiculina quadrangularis D. Ch.	—
—	*Gorgonella sarmentosa* Val.
—	*Gorgonia verrucosa* Pall.
**Isidella elongata* Esp.	—
Kophobelemnon Leuckartii Koell.	—
—	*Muricea chamaeleon* Koch
—	*Palythoa arenacea* D. Ch.
—	*Palythoa axinellae* O. S.
—	*Paralcyonium elegans* M. Edw.
Pennatula phosphorea L.	*Pennatula phosphorea* L.
Pennatula rubra Ellis	*Pennatula rubra* Ellis
—	*Pteroides spinulosus* Herkl.
—	*Sagartia Dohrnii* Koch
Veretillum pusillum Phil.	—

Unter 44 Anthozoen sind 16 auf der Secca heimisch, nur die beiden *Pennatula* finden sich zugleich auf Schlammgrund. Im weichen Schlamm vermögen sich dagegen *Funiculina*, *Kophobelemnon* und *Veretillum* zu fixieren.

Funiculina wächst an manchen Stellen in dichtgedrängten Rasen. Auf Steinchen im Schlamm befestigen sich *Anthipates*, *Caryophyllia*, *Dendrophyllia*, *Isidella*. *Caryophyllia* siedelt sich auch gern auf leeren Dentaliumröhren an.

Hydromedusae.

Aglaophenia myriophyllum	*Aglaophenia myriophyllum* Lamx.
Antennularia antennina	*Antennularia antennina* Flem.
—	*Antennularia ramosa* Lam.
—	*Plumularia spec.*
—	*Podocoryne carnea* Sars
—	*Sertularella polyzonias* L.
Monocaulus sp.	—

Aglaophenia und *Antennularia* bewohnen sowohl die Secca wie den Schlamm, *Monocaulus* nur diesen.

Crinoidea.

Antedon phalangium Marion	—
—	*Antedon rosacea* Norman

Es ist sehr bemerkenswert, daß die beiden einander so ähnlichen Antedonarten ganz verschiedene Fazies bewohnen. *A. rosacea* sitzt auf den roten Lithothamnienknollen so häufig, daß oft mit einem Dredgezug mehrere Dutzende gefangen werden. *A. phalangium* lebt nur auf Schlamm, allerdings besonders da, wo er ziemlich fest liegt. Nachdem ich im Südosten der Taubenbank die Dredge über die glatte Oberfläche des Schlammbodens etwa 20 m lang gezogen hatte, fanden sich darin 12 *A. phalangium* und 2 Kolonien von *Polycyclus Renieri*, aber kein Sediment. Erst mit Hilfe des Zinkeimers konnte ich den ziemlich harten Schlamm gewinnen.

Asteroidea.

Amphiura Chiajei Forbes	—
—	*Astereopsis capreensis* Gasco
—	*Asterias glacialis* O. F. M.
Astropecten aurantiacus Gray	*Astropecten aurantiacus* Gray
—	*Astropecten pentacanthus* Müll. Tr.
Astropecten subinermis Müll. Tr.	—
—	*Chaetaster longipes* Müll. Tr.
Echinaster sepositus Müll. Tr.	*Echinaster sepositus* Müll. Tr.
Luidia ciliaris Gray	*Luidia ciliaris* Gray
—	*Ophidiaster attenuatus* Gray
—	*Ophioderma longicauda* Müll. Tr.

Ophioglypha lacertosa Lyman	*Ophioglypha lacertosa* Lyman
—	*Ophiomyxa pentagona* Müll. Tr.
—	*Ophiopsila aranea* Forbes
—	*Ophiothrix echinata* Müll. Tr.
Palmipes membranaceus Ag.	*Palmipes membranaceus* Ag.

Von 28 Seesternen leben 14 auf der Secca und 7 auf Schlamm. *Amphiura Chiajei* und *Astropecten subinermis* bewohnen nur Schlammgrund, 5 Arten sind beiden Fazies gemeinsam.

Echinoidea.

—	*Centrostephanus longispinus* Peters
—	*Dorocidaris papillata* Ag.
—	*Echinocardium flavescens* Ag.
Echinocyamus pusillus Gray	*Echinocyamus pusillus* Gray
—	*Echinus acutus* Lam.
—	*Echinus melo* Lam.
Schizaster canalifer Ag.	—
Spatangus purpureus Leske	—
—	*Sphaerechinus granularis* Ag.

Die regulären Seeigel leben fast alle auf der Secca, dagegen sind die Herzigel Schlammbewohner. Der kleine *Echinocyamus pusillus* lebt auf beiden Fazies.

Holothurioidea.

—	*Cucumaria Plancii* Brdt.
Cucumaria tergestina Sars	*Cucumaria tergestina* Sars
—	*Holothuria Poli* D. Ch.
Holothuria tubulosa Gml.	*Holothuria tubulosa* Gml.
Phyllophorus granulatus Grube	—
Stichopus regalis Sel.	*Stichopus regalis* Sel.
Synapta digitata J. Müll.	—
Synapta inhaerens D. Koren	—
Thyone aurantiaca Mrzl.	—

Holothurien sind auf der Secca ungemein häufig; sie kriechen in solcher Zahl auf sandigen Stellen zwischen dem Algengebiete umher, daß ein Dredgezug allein 18 Stück *Holothuria Forskalii* heraufbrachte. *Phyllophorus*, *Synapta* und *Thyone* leben auf Schlamm.

Polycladidea.

—	*Eurylepta cornuta* Ehrbg.
—	*Leptoplana Alcinoi* O. S.

Nemertina.

—	*Amphiporus pulcher* M. Int.
Carinella annulata M. Int.	*Carinella annulata* M. Int.
Cerebratulus marginatus Ren.	—
—	*Cerebratulus purpureus* Hbcht.
—	*Cerebratulus urticans* Hbcht.
—	*Drepanophorus rubrostriatus* Hbcht.
—	*Drepanophorus serraticollis* Hbcht.
—	*Eupolia curta* Hbcht.
—	*Lineus geniculatus* D. Ch.

Gephyrei.

Aspidosiphon Mülleri Dies.	*Aspidosiphon Mülleri* Dies.
—	*Bonellia fuliginosa* Rol.
Phascolosoma sp.	—
Sipunculus nudus L.	—

Annulata.

Aphrodite aculeata L.	*Aphrodite aculeata* L.
Dasybranchus caducus Grube	—
—	*Dasybranchus gajolae* Eisig
—	*Eunice gigantea* D. Ch.
—	*Eunice siciliensis* Grube
Hermione hystrix Sav.	*Hermione hystrix* Sav.
—	*Myzostoma cirriferum* Leuck.
—	*Myzostoma glabrum* Leuck.
—	*Onuphis tubicola* Muell.
—	*Ophiodromus flexuosus* Clap.
—	*Petta pusilla* Mlmgr.
—	*Polynoe astericola* Clp.
Polyodontes maxillosus Ren.	—
—	*Pontogenia chrysocoma* Baird.
—	*Protula intestinum* Lam.
—	*Sabella pavonia* Sav.
—	*Salmacina aedificatrix* Clp.
—	*Staurocephalus rubrovittatus* Grube
Sternaspis thalassemoides Otto	—
—	*Syllis spongicola* Grube
Terebellides Stroemii Sars.	—
—	*Thelepus cincinnatus* Fabr.

Aphrodite aculeata und *Sternaspis* gehören zu den häufigsten Bewohnern des Schlammes, obwohl die erstere auch auf der Secca gefunden wird.

Sie gräbt sich durch schaufelnde Bewegungen rasch und geschickt in den Schlamm ein und wühlt darin lange Gänge. Weniger häufige Schlammtiere sind *Dasybranchus caducus*, *Hermione hystrix* und *Polyodontes maxillosus.*

Bryozoa.

—	*Bugula turbinata* Alder
—	*Cellepora pumicosa* L.
—	*Discoporella complanata* Menegh.
—	*Eschara cervicornis* Pall.
—	*Eschara foliacea* Ellis.
—	*Flustra carbasea* Ellis.
—	*Flustra truncata* L.
—	*Frondipora verrucosa* Lamx.
—	*Hornera lichenoides* L.
—	*Lepralia sp.*
—	*Loxosoma tethyae* Salensky.
—	*Membranipora pilosa* L.
—	*Myriozoum truncatum* Ehrbg.
—	*Retepora cellulosa* L.
—	*Salicornaria farciminoides* Johnst.
—	*Scrupocellaria scruposa* Ben.

Von den 23 Bryozoenarten des Golfes kommen 17 auf der Secca vor, keine einzige lebt auf Schlammgebiet. Die Bryozoen bilden ausgedehnte Rasen, besonders *Eschara cervicornis* und *E. foliacea,* während die andern Arten gesellig leben und in buntem Gemisch die Dredge erfüllen.

Cirripedia.

—	*Alepas minuta* Phil.
—	*Dichelaspis Darwinii* Fil.
—	*Parthenopea subterranea* Kossm.
—	*Peltogaster socialis* F. Müll.
—	*Scalpellum vulgare* Leach.

Copepoda.

—	*Lichomolgus pteroidis* D. Valle.
—	*Notodelphys prasina* Thor.
—	*Notopterophorus elatus* Costa.

Stomatopoda.

—	*Squilla Cerisii* Roux.
Squilla eusebia Risso.	—
Squilla mantis Rond.	—

Ein typisches Schlammtier ist besonders *Squ. mantis.* Sie gräbt sich Wohnröhren mit zwei gegenüber liegenden Mündungen, aus denen nur ihre Augen und Antennenspitzen hervorschauen. Wie ich in meinem Bassin mehrfach beobachtete, werden diese Röhren durch die Bewegungen des unruhigen Tieres, das von ihnen aus auf vorbeiziehende Krebse jagt, nach wenigen Tagen wieder zerstört, so daß die *Squ.* sich immer wieder eine neue Röhre graben muß. So wühlt sie in überaus gründlicher Weise den Schlamm bis zu 15 cm Tiefe um.

Macrura.

Alpheus ruber M. Edw.	*Alpheus ruber* M. Edw.
—	*Athanas nitescens* Leach.
Chlorotocus gracilipes M. Edw.	*Chlorotocus gracilipes* M. Edw.
Crangon cataphractus M. Edw.	*Crangon cataphractus* M. Edw.
—	*Crangon spinosus* Leach.
—	*Eupagurus angulatus* Hell.
—	*Eupagurus Lucasii* Hell.
—	*Eupagurus meticulosus* Hell.
Eupagurus Prideauxii Hell.	*Eupagurus Prideauxii* Hell.
—	*Galathea strigosa* Fabr.
—	*Homarus vulgaris* M. Edw.
—	*Lysmata seticaudata* Risso.
—	*Munida rugosa* Leach.
Nephrops norvegicus Leach.	—
—	*Paguristes maculatus* Hell.
—	*Pagurus callidus* Risso.
—	*Pagurus striatus* Latr.
—	*Palinurus vulgaris* Latr.
—	*Pandalus heterocarpus* Costa.
—	*Pandalus narwal* M. Edw.
Peneus membranaceus Hell.	*Peneus membranaceus* Hell.
Peneus siphonoceros Phil.	*Peneus siphonoceros* Phil.
—	*Pontonia phallusiae* Marion.
—	*Scyllarus latus* Latr.
—	*Stenopus spinosus* Risso.

Die meisten Macruren unternehmen als nektonische Tiere ausgedehnte Wanderungen, daher kommen viele Arten auf der Secca ebenso wie auf dem benachbarten Schlammgebiet vor.

Brachyura.

—	*Achaeus Cranchii* Leach.
—	*Cymopolia Caronii* Roux.
Dorippe lanata Bosc.	*Dorippe lanata* Bosc.

—	*Dromia vulgaris* M. Edw.
—	*Ebalia sp.*
—	*Ethusa mascarone* Roux.
—	*Eurynome aspera* Leach.
Gonoplax rhomboides Lamk.	—
Homola Cuvierii Roux.	—
—	*Homola spinifrons* Leach.
—	*Inachus thoracicus* Roux.
—	*Lambrus massena* Roux.
—	*Lambrus mediterraneus* Roux.
—	*Latreillia elegans* Roux.
—	*Lissa chiragra* Leach.
—	*Maja squinado* Bosc.
—	*Maja verrucosa* M. Edw.
—	*Pisa armata* Latr.
—	*Portunus corrugatus* Leach.
—	*Portunus depurator* Leach.
—	*Portunus longipes* Risso.

Von 50 Krabben sind 19 Arten auf der Secca endemisch, *Dorippe* bewohnt auch den Schlamm. Auf die schlammige Fazies ist neben *Gonoplax* besonders *Homola Cuvierii* beschränkt, sie gräbt sich unter der Schlammoberfläche ein, doch zeigen zahlreiche Spuren auf derselben, daß sie auch über ihn wandert.

Amphipoda.

—	*Dexamine gibbosa* Bate.
—	*Ichnopus taurus* Costa.
—	*Maera grossimana* Leach.
—	*Pseudoprotella phasma* Mont.

Isopoda.

—	*Aega sp.*
Anceus sp.	*Anceus sp.*
—	*Anilocra mediterranea* Leach.
—	*Cirolana hirtipes* M. Edw.
—	*Conilera cylindracea* White.
—	*Cymothoa sp.*
—	*Nerocila sp.*

Pantopoda.

—	*Ammothea franciscana* Dohrn.
—	*Ammothea Langii* Dohrn.
—	*Clotenia conirostris* Dohrn.
—	*Phoxichilus charybdaeus* Dohrn.

Lamellibranchiata.

—	*Anomia ephippium* L.
—	*Arca diluvii* Lam.
—	*Arca lactea* L.
—	*Arca tetragona* Poli.
—	*Avicula hirundo* L.
—	*Cardita aculeata* Phil.
—	*Cardita calyculata* L.
—	*Cardium echinatum* L.
—	*Cardium erinaceum* L.
—	*Cardium oblongum* Chemn.
—	*Cardium papillosum* Poli.
—	*Cardium paucicostatum* Sow.
Circe minima Mont.	*Circe minima* Mont.
Corbula gibba Olivi	—
—	*Gastrochaena dubia* Penn.
—	*Isocardia cor* L.
Leda commutata Phil.	—
—	*Lima subauricula* Mont.
Lucina reticulata Poli.	—
—	*Modiolaria marmorata* Forb.
Neaera costellata Desh.	*Neaera costellata* Desh.
Neaera rostrata Spgr.	*Neaera rostrata* Spgr.
Nucula nucleus L.	*Nucula nucleus* L.
—	*Ostrea cochlear* Poli.
—	*Pecten flexuosus* Poli.
—	*Pecten glaber* L.
—	*Pecten hyalinus* Poli.
—	*Pecten jacobaeus* L.
—	*Pecten inflexus* Poli.
—	*Pecten opercularis* L.
—	*Pecten pes Felis* L.
—	*Pecten pusio* L.
—	*Pecten Testae* Bivona
—	*Pecten varius* L.
—	*Pectunculus bimaculatus* Poli.
Poromya granulata Nyst.	*Poromia granulata* Nyst.
—	*Psammobia faröensis* Chemn.
—	*Tellina balaustina* L.
—	*Venerupis irus* L.
—	*Venus offessa* Bivona.
Venus fasciata Don.	—
—	*Venus gallina* L.
—	*Venus verrucosa* L.

Von den 105 Muschelarten des Golfes leben etwa 65 auf dem Sande des flachen Wassers. Besonders die Arten von *Cytherea*, *Donax*, *Lima*, *Mactra*, *Modiola*, *Ostrea*, *Pinna*, *Psammobia*, *Solen*, *Tapes* und *Tellina* sind hier ungemein häufig. Auf der Secca leben dagegen 40 Arten mit meist bunter und schön verzierter Schale. *Arca* befestigt sich mit ihrem Byssus zwischen den Algen, *Avicula* sitzt meist auf Hydroidpolypen, große *Cardium* graben sich in den Muschelsand zur Hälfte ein und *Pecten* flattert bald im Wasser, bald fixiert sie sich vorübergehend mit einigen Byssusfäden.

Echte Schlammbewohner sind nur wenige kleine, unscheinbare Formen, wie *Circe minima*, *Corbula gibba*, *Leda commutata*, *Lucina reticulata* und *Venus fasciata*.

Sandiger Untergrund ist der bevorzugte Boden für die zahlreichen Muscheln, welche sich im Sande so weit vergraben, daß nur die paarigen Syphonen als kleine gefranzte Löcher an der Oberfläche des Sandes erscheinen.

Überraschend ist es, wie geschwind sich Muscheltiere eingraben, wenn man sie in ein Bassin mit Sandboden bringt. Ich setzte in eines meiner Bassins, dessen Boden mit feinem Mineralsand aus 20 m Meerestiefe 12 cm hoch bedeckt war, etwa 100 Exemplare nach Art und Größe ganz verschiedener Muscheln, und schon nach der ersten Nacht waren die meisten derselben so weit im Sand vergraben, daß nur noch ein Teil der Schale herausschaute. Nach wenigen Tagen waren nur noch diejenigen Exemplare zu sehen, die beim Eingraben zufällig auf ein im Sand verborgenes Rhizom von *Posidonia*, die ich in das Bassin gepflanzt hatte, gestoßen waren.

Im Laufe der folgenden Wochen, wo das Bassin täglich unter meinen Augen stand, bekam ich keines dieser Tiere wieder zu sehen, und nur, wenn ich einmal die Wasserzirkulation für einen Tag unterbrach, so daß empfindlichere Formen an Sauerstoffmangel litten, kamen sie ängstlich zur Oberfläche.

Auch kranke, sterbende Tiere stiegen regelmäßig empor, und da sich in dem Bassin keine Krebse befanden, die als Gesundheitspolizei die Leichen verzehrten, so siedelten sich sofort Schleier von Bakterien darauf an und verwandelten das Muschelfleisch in einen fadenziehenden Schleim, der sich bei Bewegung des Wassers in diesem rasch verteilte und nun augenscheinlich als Nahrung für andere Tiere dienen konnte.

Auf diesem von Muscheln bewohnten Sand leben zahlreiche Krebse. Ihren weichen Hinterleib in einer leeren Schneckenschale verbergend, spazieren Hunderte von Paguriden über den Boden und suchen nach jeder Leiche, jedem kranken oder ungeschützten Tier, um es sofort von allen Seiten anzunagen. Geschickt nach vorwärts, rückwärts und seitwärts spazierend, treiben sich dazwischen die Scharen der Brachyuren umher, und ihre starken Scheren bilden eine wirksame Angriffswaffe. Daneben sehen wir die langschwänzigen Macruren vorsichtig tastend umhersteigen und mit ihren feinfühligen Antennen überall nach Beute spähen. Die wichtigste Nahrung aller dieser Krebstiere sind die im Sande verborgenen Muscheln. Das um die Columella fest gefügte Schneckenhaus vermögen sie schwerer aufzubrechen, und auch lebende Echinodermen sind durch ihre Stachelhaut gegen die Angriffe der Krebsscheren geschützt, aber jedes kränkliche Tier wird rasch ihre Beute, wobei sie aus den Hartgebilden den weitverbreiteten Muschelsand erzeugen.

Gasteropoda.

—	*Aplysia punctata* Cuv.
—	*Calyptraea chinensis* L.
—	*Capulus hungaricus* L.
Cassidaria echinophora L.	*Cassidaria echinophora* L.
Cassis sulcosa Brug.	*Cassis sulcosa* Brug.
—	*Cerithium conicum* Blv.
—	*Cerithium mediterraneum* Desh.
—	*Cerithium reticulatum* Costa.
—	*Cerithium scabrum* Olivi.
—	*Cerithium vulgatum* Brug.
Chenopus pes pelecani L.	*Chenopus pes pelecani* L.
—	*Chiton discrepans* Brown.
—	*Chromodoris elegans* Cantr.
—	*Chromodoris gracilis* Iherg.
—	*Chromodoris villafranca* Risso.
—	*Clanculus cruciatus* L.
—	*Columbella scripta* L.
—	*Coralliophila Meyendorffi* Calc.
—	*Crepidula unguiformis* L.
—	*Cypraea lurida* L.
—	*Cypraea pyrum* Gml.
—	*Defrancia gracilis* Phil.
Dentalium entalis L.	*Dentalium entalis* L.
Dentalium tarentinum Lam.	—

—	*Dolium galea* L.
Doridium membranaceum Meckel.	—
—	*Doris tuberculata* Cuv.
—	*Emarginula elongàta* Costa.
—	*Eulima polia* L.
—	*Euthria cornea* L.
—	*Fissurella graeca* L.
—	*Fusus rostratus* Olivi.
—	*Gastropteron Meckelii* Kosse.
—	*Marionia quadrilatera* Schultz.
—	*Marsenia sp.*
—	*Mitra ebenus* L.
—	*Mitra tricolor* Gml.
	Mitrella scripta L.
	Murex brandaris L.
—	*Nassa limata* Chemn.
—	*Natica hebraea* Martyn.
—	*Natica intricata* Don.
—	*Natica millepunctata* Lam.
Notarchus neapolitanus D. Ch.	—
Oscanius tuberculatus D. Ch.	*Oscanius tuberculatus* D. Ch.
—	*Ovula carnea* Poir.
Philine aperta L.	—
Pleurobranchaea Meckelii Leue.	*Pleurobranchaea Meckelii* Leue.
Pleurophyllidia lineata L.	—
—	*Scalaria communis* L.
(*Scaphander lignarius* L.)	*Scaphander lignarius* L.
Tethys leporina Gml.	*Tethys leporina* Gml.
—	*Triforis perversa* L.
—	*Tritonia tethydea* D. Ch.
—	*Tritonium corrugatum* Blv.
—	*Tritonium nodiferum* Lam.
—	*Tritonium parthenopeum* Gub.
—	*Trochus conulus* L.
Trochus granulatus L.	*Trochus granulatus* L.
—	*Trochus magus* L.
—	*Trochus zizyphinus* L.
—	*Turbo rugosus* L.
—	*Turbo sanguineus* L.
Turritella communis Risso.	*Turritella communis* Risso.
Turritella triplicata Br.	*Turritella triplicata* Br.
Umbrella mediterranea Lam.	*Umbrella mediterranea* Lam.
—	*Vermetus gigas* Phil.

Von 138 Schnecken sind 62 Bewohner der Secca, nur 12 Arten leben gleichzeitig auf dem Schlamm. Dagegen finden sich nur hier *Dentalium*

tarentinum, Notarchus neapolitanus, Pleurophyllidia lineata und besonders *Philine aperta.*

Chenopus pes pelecani, Philine aperta, Scaphander lignarius, Tethys leporina, Trochus granulatus, Turritella communis und *T. triplicata* sind häufig im ganzen Schlammgebiet ebenso wie auf der Secca.

Cephalopoda.

Eledone Aldrovandi D. Ch.	*Eledone Aldrovandi* D. Ch.
Eledone moschata Lam.	*Eledone moschata* Lam.
Illex Coindetii Ver.	*Illex Coindetii* Ver.
Loligo Marmorae Ver.	—
—	*Loligo vulgaris* Lam.
Octopus Salutii Ver.	—
—	*Octopus vulgaris* Lam.
Rossia macrosoma F. Orb.	—
Scaeurgus tetracirrus D. Ch.	—
(*Scaeurgus unicirrus* D. Ch.)	—
Sepia biserialis Ver.	*Sepia biserialis* Ver.
Sepia elegans Blv.	*Sepia elegans* Blv.
Sepia officinalis L.	—
Sepiola Rondeletii F. Orb.	*Sepiola Rondeletii* F. Orb.
Todaropsis Veranii Gir.	—

Obwohl die Cephalopoden als nektonische Tiere leicht von einer Region zur anderen wandern könnten, so sind doch auch sie teilweise in ihrer Verbreitung durch die Beschaffenheit des Untergrundes begrenzt. Überall finden sich *Eledone, Sepia* und *Sepiola.* Nur auf dem festen Untergrund der Secca leben *Loligo vulgaris* und *Octopus vulgaris,* während nur auf Schlammgrund *Loligo Marmorae, Octopus Salutii, Rossia, Scaeurgus* und *Todaropsis* gefunden werden.

Brachiopoda.

—	*Argiope cuneata* Risso.
—	*Argiope neapolitana* Scacchi.
—	*Crania anomala* O. F. M.
—	*Megerlea truncata* L.
**Terebratula vitrea* Lam.	—
—	*Terebratulina caput serpentis* L.

Die kleineren Brachiopodenarten leben auf der Secca, wo sie leicht in den Höhlungen des Algenkalks ihre Schlupfwinkel finden. *Terebratula vitrea* aber setzt sich auf Fremdkörpern im Schlamm fest. Ich hielt mehrere

Exemplare wochenlang in einem Glasgefäß am Leben. Wenn man das Wasser aufwühlte, verschlossen sie ihre Schalen, die sonst etwas klaffend geöffnet sind.

Ascidiae compositae.

—	*Botrylloides Gascoi* D. V.
—	*Diazona violacea* Sav.
—	*Distaplia magnilarva* D. Valle.
—	*Leptoclinum candidum* D. Valle.
	Leptoclinum maculosum M. Edw.
**Polycyclus Renieri* L.	*Polycyclus Renieri* L.

Ascidiae simplices.

**Ascidia cristata* Risso	*Ascidia cristata* Risso.
**Ascidia mamillata* Cuv.	*Ascidia mamillata* Cuv.
**Ascidia mentula* O. F. M.	*Ascidia mentula* O. F. M.
—	*Corella parallelogramma* O. F. M.
—	*Cynthia microcosmus* Cuv.
—	*Cynthia papillosa* L.
—	*Polycarpa glomerata* Alder.
—	*Rhodosoma callense* L. Duth.
—	*Rhopalea neapolitana* Phil.

Nur 4 Ascidien bewohnen den Fango, angeheftet auf toten Fremdkörpern.

Pisces.

—	*Acantholabrus Pallonii* C. V.
—	*Anthias sacer* Bl.
Arnoglossus Grohmannii Bp.	—
Arnoglossus laterna Walb.	—
Callionymus maculatus Raf.	—
Capros aper Lac.	*Capros aper* Lac.
Centriscus scolopax L.	—
Cepola rubescens L.	*Cepola rubescens* L.
Chimaera monstrosa L.	—
Chlorophthalmus Agassizii Bp.	—
Citharus linguatula L.	—
Conger vulgaris Cuv.	*Conger vulgaris* Cuv.
—	*Coris Giofredi* Risso.
—	*Coris julis* L.
—	*Dentex macrophthalmus* C. V.
—	*Fierasfer acus* Brünn.
Gadiculus argenteus Vaill.	*Gadiculus argenteus* Vaill.
—	*Gadus poutassou* Risso.
Gobius jozo L.	—

Gobius Lesueurii Risso.	*Gobius Lesueurii* Risso.
Gobius minutus L.	*Gobius minutus* L.
Gobius quadrimaculatus C. V.	—
—	*Labrus bimaculatus* L.
Laeviraja oxyrhynchus L.	—
Lophius budegassa Spin.	*Lophius budegassa* Spin.
Lophius piscatorius L.	*Lophius piscatorius* L.
—	*Merluccius vulgaris* Flem.
—	*Mullus barbatus* L.
—	*Mullus surmuletus* L.
—	*Muraena helena* L.
Myrus vulgaris Kp.	—
Ophisurus serpens L.	—
—	*Pagellus acarne* Cuv.
—	*Pagellus erythrinus* Cuv.
—	*Pagrus vulgaris* Cuv.
Peristedion cataphractum C. V.	—
—	*Phycis blennioides* Bl. Schn.
—	*Phycis mediterranea* Delar.
Plagusia picta Costa.	—
Pristiurus melanostomus Raf.	—
Raja clavata L.	*Raja clavata* L.
Raja miraletus L.	*Raja miraletus* L.
Rhinobatus Columnae Bp.	—
Saurus lacerta C. V.	—
Scorpaena scrofa L.	*Scorpaena scrofa* L.
—	*Scorpaena ustulata* Lowe.
Scyllium canicula L.	*Scyllium canicula* L.
—	*Scyllium stellare* L.
Sebastes imperialis C. V.	*Sebastes imperialis* C. V.
—	*Serranus cabrilla* L.
—	*Serranus hepatus* L.
—	*Smaris vulgaris* C. V.
Solea impar Benn.	—
Solea lutea Risso.	—
Solea ocellata L.	*Solea ocellata* L.
—	*Solea variegata* Donov.
Sphagebranchus coecus L.	—
Sphagebranchus imberbis Delar.	—
—	*Syngnathus acus* Mich.
Torpedo marmorata Risso.	—
Torpedo ocellata Raf.	—
Trachinus draco L.	—
Trachinus radiatus C. V.	—
Trachinus vipara Cuv.	—
Trachurus trachurus Cast.	*Trachurus trachurus* Cast.

—	*Trigla aspera* Rond.
Trigla corax Bp.	*Trigla corax* Bp.
Trigla cuculus L.	*Trigla cuculus* L.
Trigla lineata L.	*Trigla lineata* L.
—	*Trigla lyra* L.
—	*Trigla obscura* L.
—	*Uraleptus Maraldii* Risso.
Uranoscopus scaber L.	*Uranoscopus scaber* L.
—	*Zeus faber* L.

Von den etwa 186 Fischarten des Golfes werden 48 Arten vorwiegend auf der Secca gefangen. Ihnen stehen 25 reine Schlammbewohner gegenüber, und etwa 20 Arten wandern von einem Gebiet zum anderen. *Arnoglossus*, *Chimaera*, *Myrus*, *Peristedion*, *Pristiurus*, *Torpedo* und *Trachinus* sind besonders bezeichnende Bewohner des Schlammgrundes.

Aus den vorstehend aufgezählten Formen ergibt sich, daß von den ungefähr 1120 Tierarten, welche bisher aus dem Golf von Neapel beschrieben und häufiger gefangen worden sind, etwa 360 Arten auf der Taubenbank leben, also etwa $^1/_3$ der Gesamtfauna. Auf dem umgebenden Schlamm leben 142 Arten, 10 davon nur auf den im Schlamm eingesenkten Fremdkörpern, 70 sind auch auf der Taubenbank gefunden worden, und so bleiben nur 62 Tierarten, also $^1/_{20}$ der gesamten Fauna, als spezifische Schlammbewohner.

Die Faunenlisten werden besonders interessant, wenn man diejenigen Formen herausnimmt, die so feste Hartgebilde besitzen, daß sie als Leitfossilen in Frage kommen:

Schlamm:	Taubenbank:
—	Zahlreiche Foraminiferen
Caryophyllia cyathus	*Caryophyllia cyathus*
Antedon phalangium	—
—	*Antedon rosacea*
Echinocyamus pusillus	*Echinocyamus pusillus*
Schizaster canalifer	—
Spatangus purpureus	—
—	Zahlreiche (16) Bryozoen
—	*Squilla Cerisii*
Squilla eusebia	—
Squilla mantis	—
6 Macruren	Zahlreiche (24) Macruren
Nephrops norvegicus	—

—	Zahlreiche (19) Brachyuren
Dorippe lanata	—
Gonoplax rhomboides	—
Homola Cuvierii	—
Anceus sp.	*Anceus sp.*
—	Zahlreiche Muscheln (105 sp.)
Circe minima	*Circe minima*
Corbula gibba	—
Leda commutata	—
Lucina reticulata	—
Venus fasciata	—
12 sp.	Zahreiche Schnecken (135 sp.)
Chenopus pes pelecani	—
Dentalium tarentinum	—
Doridium membranaceum	—
Philine aperta	—
—	5 Brachyopoden
Terebratula vitrea	—

Beide Faunen würden sich also geologisch so verhalten, daß die Hartgebilde von 45 Tieren im Schlamm erhalten bleiben, während dagegen 310 Arten nur im Kalksand der Taubenbank auftreten und von 500 nahe beieinander lebenden Formen nur 14 Arten beiden Fazies gemeinsam sind, also als Leitfossilien in Frage kämen.

5. Die Sedimente der Taubenbank.

Obwohl ich bei meinen verschiedenen Dredgexkursionen immer wieder versuchte, auch einmal ein Stück des den Kern der Secca bildenden Gesteins zu gewinnen, so scheiterten doch diese Bemühungen an der Besorgnis, hierbei das Schleppnetz zu verlieren. Auch eine genauere mikroskopische Untersuchungen der kleinen, stark zersetzten Mineralbestandteile im Sand auf dem Rücken der Secca versprach nach dem Urteil des besten Kenners der phlegräischen Vulkane di Lorenzo keine Möglichkeit, um die Entstehungszeit der Taubenbank in eine der eingangs geschilderten Eruptionsperioden einzuordnen. Denn die leuzitführenden Aschen des Vesuvs sind auch bei dem letzten Ausbruch nicht so weit nach Westen getragen worden, und die petrographische Zusammensetzung der Tuffe und Laven der beiden älteren Ausbruchsperioden ist nach di Lorenzo so ähnlich, daß eine Altersbestimmung auf mikroskopischem Wege ausgeschlossen erscheint.

Bei Betrachtung meiner im Jahre 1885 aufgenommenen Karte ergibt sich deutlich, daß von den Höhen der Taubenbank nach allen Seiten ein Strom von Mineralsand gegen die mit feinstem Schlamm bedeckte Tiefe hinabgleitet, und wenn auch zahlreiche Übergänge zwischen Sand und Schlamm existieren, die sich im einzelnen kaum korrekt darstellen lassen, so können wir doch sagen, daß der klippenreiche Felsengrund der Secca zunächst von einem sandigen Mantel umkleidet wird, aus dem, wie es scheint, in regelloser Verteilung einzelne feste Klippen noch aufragen.

Angelockt durch die auf der Secca so reich angesiedelte Algenflora, welche direkt und ebenso indirekt durch Vermittlung kleinerer Pflanzenfresser eine unglaubliche Fülle von beweglichen Bodentieren, freischwimmenden Krebsen und Fischen ernährt, erscheint die ganze Oberfläche der Secca wie eine reichbelebte Oase, die sich farbenreich über die umgebende Schlammwüste erhebt.

Obwohl man zunächst vermuten möchte, daß die Zusammensetzung dieser Fauna nach Gattungen, Arten und Individuenzahl nur in geringen Grenzen sich ändern könne, so haben doch die phänologischen Beobachtungen von Lobianco und anderen seit Jahrzehnten an der Zoologischen Station tätigen Naturforschern immer deutlicher gezeigt, daß unter dem Einfluß bekannter und unbekannter Ursachen früher ungemein häufige Tierformen fast völlig verschwinden können oder seltene Formen plötzlich in großer Häufigkeit auftreten. Wir werden diese Fragen, über die ich auch eigene Beobachtungen anstellen konnte, im nächsten Abschnitt gesondert behandeln.

Jedenfalls dürfen wir auch die Lebewelt der Taubenbank nicht als eine scharf zu umgrenzende, unveränderliche Tiergenossenschaft betrachten, sondern als eine durch zahlreiche bionomische Umstände beherrschte und mit diesen sich beständig ändernde Gruppe.

Wenn wir die verschiedenen Abarten des auf der Secca verbreiteten Sandes betrachten, so fällt uns zunächst auf, daß der ursprünglich dunkelgraue Mineralsand besonders in den Höhenregionen der Secca durch Beimengung kleiner Kalkstückchen oft eine helle Farbe annimmt und sich bald rascher, bald langsamer in einen feinen Kalksand verwandelt, der wesentlich aus zerbrochenen Kalkalgen und Schaltierresten besteht. Meine Karte zeigt, daß nahezu die Hälfte der Seccaoberfläche mit diesem »Muschel-

sand« bedeckt ist. Die Korngröße der Kalkfragmente schwankt ebensosehr wie ihr Umriß, und ich habe schon früher[1] darauf hingewiesen, daß dieser Kalksand wesentlich durch die Tätigkeit von muschelknackenden Krebsen und Fischen mit breiten Kauzähnen entsteht. Da diese Ansicht mehrfach bestritten und die ältere Ansicht, daß solche Kalksande durch die Brandung entständen, mir wieder entgegengesetzt wurde, benutzte ich die Zeit meines Aufenthalts an der Zoologischen Station, um diese Frage durch ein überzeugendes Experiment zu entscheiden:

In einem meiner mit zirkulierendem Seewasser gefüllten Bassins hielt ich vier Exemplare von *Palinurus vulgaris* mit einer Körperlänge von 12 bis 18 cm. (Ich wählte absichtlich eine Krebsart, welche keine Scheren besitzt, denn daß scherentragende Makruren und Brachyuren ihre kräftigen Zangen in sehr geschickter Weise ebenso gebrauchen wie die Langusten ihre dornbesetzten Gehfüße, kann man in den Aquarien der Zoologischen Station täglich beobachten.)

Zunächst wurden in das sonst völlig leere Bassin 830 Exemplare etwa haselnußgroßer *Venus gallina* geschüttet, und schon nach drei Tagen war keine einzige ganze Muschel mehr zu sehen. Sämtliche Schalen waren in größere und kleinere scharfkantige Stücke zerbrochen und selbst die letzten Reste des Körpers und Mantels daraus entfernt. Nachdem sich die Langusten mit dieser auf eine mehrtägige Fastenzeit folgenden Mahlzeit gesättigt hatten, erhielten sie am 3. April 450 verschiedenartige Muscheln (*Venus, Donax, Cardium, Mactra*) von 10 bis 15 mm Durchmesser mit einem Gesamtgewicht von 580 g. Nach 12 Tagen, am 15. April, waren sämtliche Muscheln zerbrochen, so daß auf jede Languste täglich etwa 10 Muscheln kamen, und der aus dem Bassin gesammelte Muschelsand, der keinerlei Fleischreste mehr enthielt, hatte ein Gewicht von 280 g. Da meine Krebse nicht besonders hungrig waren und verhältnismäßig kleine Exemplare darstellten, während nicht selten 50 cm lange Palinurus auf der Taubenbank gefangen werden und neben diesen Riesen Hunderttausende von scherentragenden Makruren und Brachyuren auf der Secca leben und Schaltiere fressen, kann man sich eine Vorstellung machen, welch staunenswerte Massen von Muschelsand an jedem Tag und in jedem Jahr erzeugt werden. Denn jeder meiner Versuchskrebse brauchte im Jahr 3500 Muscheln

---

[1] J. Walther, Lithogenesis der Gegenwart, S. 890.

und erzeugte daraus Muschelsand, der durch die Bewegungen der Tiere wie des Wassers schichtförmig ausgebreitet wird.

So mischten sich dem Mineralsand, in dem die Mehrzahl jener Muscheln eingesenkt lebt, die zerbrochenen Kalkalgen und der durch die räuberischen Krebse erzeugte Kalksand bei, und es ist kein Wunder, daß er gerade auf der Höhe der Taubenbank so weit verbreitet erscheint.

Unter den festsitzenden Tieren, deren Zahl nach der oben angeführten Faunenliste so beträchtlich ist, verdienen vom geologischen Standpunkt die Bryozoen eine gesonderte Betrachtung. Denn wenn auch die auf meiner Karte als Bryozoenrasen eingetragenen Gebiete vielleicht kein vollständiges Bild der Verbreitung dieser kalkabscheidenden Organismen geben und diese, wie wir noch zeigen werden, in den letzten 25 Jahren eine etwas andere geworden ist, so zeigten mir doch einzelne glückliche Dredgezüge, daß auf der Taubenbank heute wie damals wohlgesonderte Bryozoenrasen existieren, die in beträchtlicher Ausdehnung von den dichtgedrängten zarten Zweigen der bunten Kolonien bewachsen sind.

Bei den Dredgezügen in den Jahren 1883—1885 fanden wir auf dem Nordgipfel der Secca an dem auf der Karte dementsprechend bezeichneten Südwestabfall so individuenreiche Ansiedelungen von *Eschara cervicornis,* daß die Dredge mit den zarten orangegelben Ästen ganz gefüllt erschien. An einer anderen Stelle, die ich nicht mehr lokalisieren kann, kam die Dredge herauf, und enthielt nur die bleichen abgestorbenen Äste von *Eschara foliacea.* Man konnte schon aus dieser Beobachtung schließen, daß das Leben der Bryozoenrasen durch bestimmte Umstände gefördert, durch andere gehemmt wurde, so daß ihre Kolonien bald hier, bald dort gedeihen, um endlich wieder abzusterben. Bei den Dredgefahrten, welche Hr. Dr. Dohrn diesmal vor meiner Ankunft unternahm, um eines meiner Bassins mit Bryozoenmaterial zu füllen, war alles Suchen nach diesem Sediment vergeblich. Aber im Laufe meines Aufenthalts hatte ich dann zweimal das Glück, an Stellen, wo ich es nach meiner Karte vom Jahre 1885 nicht vermuten konnte, ein ungemein reiches Bryozoenleben zu finden, so daß das große Netz ganz mit lebenden und abgestorbenen Ästen gefüllt heraufkam.

Die verbreitetsten Formen waren auch diesmal *Eschara cervicornis* und *Eschara foliacea,* deren zarte Äste von ihrer Unterlage so leicht abbrechen, daß ich keine Beobachtungen über ihr Substrat machen konnte. Auf-

fallend waren manche zu einem weitmaschigen Netzwerk verschmolzene Äste von *Eschara foliacea*, die zahlreiche verheilte Bruchflächen erkennen ließen. *Frondipora* bildet schöne Trichter, *Myriozoum* kräftige Stämmchen, und bunte, vielverästelte Bäumchen von anderen Gattungen sitzen auf Kalkalgenknollen so fest, daß diese mit den Bryozoen erbeutet wurden.

Das interessanteste Sediment, welches sich gegenwärtig auf der Taubenbank bildet, entsteht aber durch die Anhäufung der kalkabscheidenden Algen, welche in ziemlich regelloser Verteilung, aber vorwiegend auf den höchsten Teilen der Secca, gedeihen. In einer besonderen Arbeit[1] habe ich die geologische Bedeutung dieser Ablagerungen geschildert, wobei ich mich nicht allein auf die Taubenbank, sondern auch auf den als »Secca di Gajola« bezeichneten tierreichen Fischgrund, 25 m tief, zwischen den Abrasionsklippen am Südende des Posillip bezog. Während dort hauptsächlich das *Lithothamnium racemus* mit seinen bis faustgroßen Knollen und den großen Oberflächenwarzen verbreitet ist, ist diese Art auf der Taubenbank seltener, augenscheinlich, weil sie ein größeres Lichtbedürfnis hat.

Auf der 45—60 m tief gelegenen Taubenbank ist dagegen das kleinwarzige *L. ramolosum* besonders verbreitet. Die zahlreichen Ästchen und Warzen dieser Kalkalge scheinen eine Einrichtung zu sein, um die vegetierende Thallusoberfläche vor den Schäden einer Abrollung zu schützen. Ich habe besonders darauf geachtet und keinerlei Spuren einer Abnutzung gefunden. Aber indem sich Knolle auf Knolle legt und jede derselben ebenso wie alle frei herumliegenden Schneckenschalen, Seeigelstachel u. a. festere Hartgebilde immer wieder von den rosaroten Algenrinden überwachsen werden, häuft sich eine riffartig emporsteigende, geschlossene Kalkmasse auf, deren zahlreiche kleine und große Lücken wie auf den Korallenriffen der Tropenmeere immer wieder von dem Muschelsand erfüllt werden, den die überall umherkletternden Krebse an jedem geschützten Winkel erzeugen. Leicht greifen die rasch wachsenden Ränder der zarten Lithophyllen, welche solche Lücken mit Vorliebe säumen, über die Kalksand-Ansammlung hinweg und schützen sie vor der ausspülenden Wirkung der Wellen. So helfen sich Pflanzen und Tiere, um immer höher wachsende Kalklager zu bilden; und während ihre Oberfläche gedeiht und mit buntem Leben geschmückt

[1] J. Walther, Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1885, S. 229.

ist, beginnt schon in wenig Zentimeter Tiefe in dem stagnierenden Wasser der Zerfall und die allmähliche Umwandlung des Algenlagers in jene homogenen Kalke, die wir an den prächtigen Aufschlüssen der Latomien von Syrakus verfolgen können.

Sogar in meinem mit frisch gefischten Lithothamnien 15 cm hoch gefüllten Bassin konnte ich im Laufe der Wochen durch die Glasscheiben hindurch beobachten, wie sich überall unter dem Einfluß zerfallender Pflanzen- und Tiergewebe jene dunkelgrauen bis schwarzen, nach Schwefelwasserstoff riechenden Verwesungsprodukte bildeten, welche im Sediment jedes Aquariums entstehen, in welchem man die Wasserzirkulation ausschaltet. Auf der Oberfläche gediehen die grünen und roten Algen, lebten die orangeroten Seesterne, die langstachligen Seeigel, die bunten Röhrenwürmer und die reiche Fauna der Krebse und Schnecken. Mit eleganten Armbewegungen stiegen die gelben und purpurnen Antedonen auf und nieder, flatterten die prächtigen Pecten durch das klare Wasser — während 2 cm darunter die schwarzen Fäulnisprodukte den Übergang des rezenten Sedimentes zu einer subfossilen Ablagerung vermittelten.

6. Die Veränderungen der Taubenbank.

Als ich im März 1910 wieder nach Neapel kam, um auf Grund meiner längst fertiggezeichneten Sedimentkarte und zahlreicher Notizen die Ergebnisse meiner früheren Forschungen abzuschließen und durch Beobachtungen der auf den verschiedenartigen Sedimenten lebenden Tiere und Pflanzen noch manche nicht völlig aufgeklärte Fragen zu entscheiden, war ich der Überzeugung, daß in der, geologisch gesprochen, so kurzen Zeitspanne von 25 Jahren keine wesentlichen Veränderungen in der Verteilung der Fauna, Flora und der Sedimente eingetreten seien. Und so glaubte ich es auch auf die Unsicherheit der Ortsbestimmung zurückführen zu sollen, wenn die Bryozoenkolonien, die ich gebeten hatte für mich zu dredgen, von den Fischern am Nordwestrand der Secca nicht wiedergefunden worden waren. Selbst als ich auf meinen ersten Dredgeexkursionen auch auf dem Rücken der Taubenbank an Stelle der früher in so weiter Verbreitung gefundenen foraminiferenreichen Kalksande ausgedehnte Flächen mit *Lith. ramulosum* bedeckt sah, zögerte ich noch immer, an eine so überraschende Änderung in der Verteilung der organischen Sedimente zu glauben.

Aber je länger ich die Secca untersuchte, die einzelnen Sedimente in meinen Bassins studierte und jene Fragen erwog, desto stärker drängte sich mir die Überzeugung auf, daß inzwischen sehr wesentliche Änderungen in der Verteilung der einzelnen Fazies eingetreten waren. Bei der Wichtigkeit dieser Frage möchte ich zunächst genauer die Methoden schildern, mit denen meine Daten gewonnen wurden, um hierbei Gelegenheit zu haben, die etwa vorhandenen Fehlerquellen der Beobachtung auszuschalten.

Als ich im Frühjahr 1885 mit Leutnant A. Colombo die Taubenbank untersuchte, wurde das kleine Dampfboot der Station F. Balfour für unsere Arbeit besonders ausgerüstet. Das Königliche Hydrographische Amt zu Genua lieh uns einen Lotapparat neuester Konstruktion, der am Bug des Bootes befestigt wurde und dessen Zifferblätter ein rasches Ablesen der erreichten Tiefe gestatteten. Nacheinander wurde auf 3 Punkten der Secca eine Boje verankert, von der wir radienartig die ganze Umgebung abfuhren und auf jedem Radius je nach dem rascheren oder geringeren Wechsel des Bodens nach Relief und Sediment in Abständen von 10—25 m das Lot auslösten. Die an einem Klaviersaitendraht hängende schwere Bleistange hatte an ihrem unteren Ende eine halbkugelige Höhlung, die jedesmal vor Beginn der Lotung mit frischem Talg ausgestrichen wurde, an dem dann die Bodenprobe (in der Regel $\frac{1}{2}$ ccm) festklebte oder felsiger Untergrund einen Abdruck erzeugte. Während ich die Bodenprobe sofort prüfte und ihre Beschaffenheit mit der fortlaufenden Nummer diktierte, maß Colombo zwei Winkel, welche unsere Boje mit charakteristischen Punkten am Horizont bildete, so daß die geographische Position jeder der etwa 500 Lotungen völlig exakt ist.

Nachdem diese etwa 8 Tage in Anspruch nehmende, allerdings durch stürmisches Wetter mehrfach unterbrochene Aufnahmearbeit beendet war, trug Colombo seine Position auf der Karte im Maßstab 1 : 7500 ein, und ich begann sofort unter nochmaliger genauer Prüfung der numerierten Bodenproben, deren Faziescharakter mit entsprechenden Signaturen auf der Karte einzutragen.

Da die Bodenprobe benachbarter Gebiete wegen unserer vielen Kreuzfahrten und der Unterbrechungen durch stürmisches Wetter zu ganz verschiedenen Zeiten und unter sehr wechselnden Umständen gewonnen waren, so konnte ich nicht voraussehen, inwieweit dieselben bei einer kartographischen Darstellung geschlossene Faziesgebiete zum Ausdruck bringen

6*

würden. Aber zu meiner eigenen Überraschung ordneten sich die Sedimente in wohlumschriebene Flächen ein. Selbst die mannigfaltigen Übergänge von einem Grund zum anderen erschienen in ursächlicher Verknüpfung mit den auf der Taubenbank herrschenden bionomischen und lithogenetischen Umständen.

So darf meine Karte wohl als eine ziemlich korrekte und genaue Darstellung der Faziesverteilung auf einem Stück Meeresgrund betrachtet werden.

Es wäre nun freilich sehr wünschenswert gewesen, jetzt nach Verlauf von 25 Jahren dieselbe Aufnahme mit denselben Apparaten zu wiederholen; denn nur auf diesem Wege ließe sich endgültig und mit allen Einzelheiten zeigen, welche Veränderungen inzwischen auf diesem Gebiet vor sich gegangen sind. Aber dazu lag jetzt keine Möglichkeit vor; vielmehr war ich darauf angewiesen, ohne Lotapparat und ohne genaue Winkelmessung die verschiedenen Regionen der Taubenbank mit dem Schleppnetz zu untersuchen und konnte nur die hierbei gewonnenen Sedimentmassen nebst den darauf lebenden Organismen in meinen Bassins einige Wochen hindurch genauer beobachten.

Während das Lot eine scharf präzisierte Stichprobe bietet, bei der die geringe Menge des heraufgebrachten Sedimentes nur von der Oberfläche des Meeresgrundes stammt (sofern es sich nicht um den weichen Schlamm in der Umgebung der Secca handelt, in dem das Lot 10—15 cm einsinkt), arbeitet die Dredge in wesentlich anderer Weise: Nachdem das schwere Schleppnetz senkrecht heruntergegangen ist, fährt das Schiff eine Strecke vorwärts, und man läßt ein entsprechendes Stück des Hanfseiles hinabgleiten, bis dieses ungefähr unter einem Winkel von 20° bis 30° über dem Meeresgrund steht. Dann fährt man langsam vorwärts, wobei ein erfahrener Schiffer beständig die Straffheit des Taues prüft, um festzustellen, ob die Dredge arbeitet, d. h. langsam über den Boden gleitet oder sich vielleicht an einer Felsenklippe verfangen hat. Die scharfen Ränder des Eisenrahmens, an dem das lange Netz befestigt ist, ergreifen nun die oberflächlichen Sedimentschichten bis zu einer Tiefe von etwa 5 cm, reißen wohl gelegentlich auch einen größeren Block des rezenten Algenkalkes von seiner Unterlage ab, und nachdem man je nach den Umständen eine Strecke von 30 bis 50 m geschleppt hat, fährt das Schiff zurück, bis das Tau senkrecht steht und die Dredge heraufgewunden werden kann.

Es gehört nun schon eine genaue Kenntnis der verschiedenen Ablagerungen dazu, um bei dieser verhältnismäßig unpräzisen Gewinnung des Sedimentes zu wissen, ob das Schleppnetz nur eine Fazies heraufbringt oder mehrere benachbarte Sedimente miteinander mischt. Aber die lange und eingehende Beschäftigung mit den Sedimenten der Taubenbank setzt mich, wie ich glaube, in die Lage, trotz dieser Fehlerquellen schon heute erklären zu können, daß sich die Verteilung der Fazies auf dieser Secca im Laufe von 25 Jahren sehr wesentlich verändert hat, und zwar beruhen diese Veränderungen nicht so sehr auf mechanischen als wie auf biologischen Ursachen.

Man möchte zunächst an zwei Ereignisse denken, welche in dem angegebenen Zeitraum den Golf von Neapel sehr stark beeinflußt haben, nämlich den Vesuvausbruch von 1906 und die furchtbaren Stürme, welche in den letzten Jahren die Ufer bei Neapel verheert haben. Wenn man am Strande der Chiaja zwischen Castel d' Uovo und der Mercellina sieht, welch große Lücken die Brandung in den aus gewaltigen Lavablöcken wohlgefügten Mauern gerissen hat, dann möchte man glauben, daß das stürmisch erregte Meer auch draußen in der Umgebung der Taubenbank überall den Schlamm aufgewühlt und die bunten Tier- und Pflanzenkolonien auf der 40 m emporsteigenden Höhe unter einer handhohen Schlammschicht begraben habe. Wir würden dann auf der Höhe der Secca, selbst wenn der Schlamm von den höheren Klippen wieder abgewaschen worden wäre, doch in allen Lücken und Höhlungen den zähen Fango finden, die Kalkalgen wären wegen Lichtmangels abgestorben, und auch die vielen, nur auf festem Boden gedeihenden buntgefärbten Tiere würden ein fahles Leichenfeld bilden.

Aber von allem dem konnte ich nichts beobachten. Wohl zogen wir einmal mit dem Schleppnetz den steilen Westabhang an der Südklippe hinauf, und die Dredge kam an Bord, gefüllt mit Kalkalgen, die vollkommen in gelbgrauen Schlamm gehüllt waren. Aber ich brauchte nur die gefüllte Dredge bei langsamer Fahrt einige Minuten im Wasser spülen zu lassen, und der Schlammüberzug war verschwunden, die zahlreichen Lithothamnien leuchteten wieder in der hellen rosa Farbe, welche nur die lebende Pflanze auszeichnet, und dazwischen lagen die zahlreichen Bewohner der Florideenrasen in lebenden Exemplaren, welche niemals freiwillig den benachbarten Schlammgrund betraten. Ein Blick auf die Sedi-

mentkarte zeigte mir, daß die Dredge zunächst den Schlamm ergriffen hatte, dann aber nach den Kalkalgengebieten hinübergeglitten war und hierbei beide so grundverschiedene Fazies miteinander gemischt hatte.

Wenn also auch während der großen Stürme das Schlammgebiet in der Umgebung der Taubenbank bis zu seinem Grunde aufgewühlt und das die Secca umgebende Wasser getrübt wurde, so sank doch der feine Schlick während der nachfolgenden Dünung wieder in sein Faziesgebiet hinab — tatsächlich fand ich den Rücken der Taubenbank jetzt wieder ebenso schlammfrei und sauber wie vor 25 Jahren.

Das zweite Ereignis, das in der verflossenen Zeit den Golf betroffen hat, war der große Aschenfall von 1906. Ich werde an anderer Stelle die biologischen Wirkungen der damals niedergegangenen Lapilli und Aschen besonders schildern und kann mich hier auf die Tatsache beschränken, die mir mein Freund Lobianco noch kurz vor seinem Tode bei einer Diskussion dieser Frage mitteilte: der damalige Aschenregen reichte, soweit seine Wirkungen für die Tierwelt des Meeres verhängnisvoll war, nur etwa bis zu einer Linie, welche den M. Nuovo mit Sorrent verbindet. Östlich von dieser Grenze hat die Eruption ganze Faunen vorübergehend vernichtet, aber die Taubenbank fällt außerhalb dieses Gebietes, und Lobiancos Netzzüge auf derselben in den auf den Aschenregen folgenden Wochen zeigten, daß das Leben hier unverändert war.

Betrachten wir nun diejenigen Tatsachen, welche für eine Veränderung der Taubenbank sprechen.

Eines der charakteristischsten Merkmale in der Sedimentverteilung, wie ich sie durch die genau fixierten Grundproben damals feststellen konnte, war die weite Verbreitung der auf meiner Karte näher bezeichneten organisch entstandenen Kalksande. Sie entstehen, wie wir oben ausgeführt haben, aus den zerbrochenen Kalkalgen und den zerfallenen Kalkpanzern von allerlei hartschaligen Meerestieren, und bei der Bildung derselben sind in erster Linie die räuberischen und aasfressenden Krebse beteiligt, welche auf allen Teilen der Secca in solchen Scharen leben, daß sie die Dredge und noch mehr die Tartanella fast immer mit heraufbringt. Wenn man im Aquarium beobachtet, wie schnell und geschickt die Krebse einer drohenden Gefahr entgehen und wie rasch sich viele derselben bewegen können, dann erscheint die Zahl der in das Netz geratenen Exemplare nur als ein kleiner Bruchteil der an derselben Stelle lebenden Individuen.

Beim genaueren Studium der zahlreichen Grundproben, die aus wechselnden Mengen von Kalk- und Mineralsand gemischt waren, fiel mir die Häufigkeit von *Polystomella* und anderen kalkschaligen Foraminiferen auf, die trotz der Kleinheit der einzelnen Grundprobe in diesem Sand so oft auftraten, daß ich versuchen konnte, ihre Verbreitung auf der Secca[1] kartographisch zu bestimmen.

Obwohl die Dredge ein viel weniger exaktes Instrument für die Bestimmung der Verbreitung verschiedener Sedimente als das Lot ist, so hätte ich doch diesmal bei meinen zahlreichen Dredgezügen immer wieder den foraminiferenreichen Kalksand finden müssen, den das Lot vor 25 Jahren an etwa 70 verschiedenen Fundorten erkennen ließ.

Aber nur ein Dredgezug brachte mir größere Mengen von foraminiferenreichem Kalksand herauf, in einem anderen Netz war solcher Sand mit Kalkalgen gemischt, während die meisten Netzzüge (etwa 12) auf den früher mit solchem Kalksand bedeckten Gebieten nur das feine Astwerk von *Lithothamnium ramulosum* und andern Korallinen boten.

Es ist ausgeschlossen, daß der Rand der Dredge nur die Kalkalgen ergriffen hätte, die zwischen feinem Kalksand verteilt wären und diesen liegen ließ. Vielmehr glaube ich aus diesen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß auf den früher wesentlich von feinem Kalksand bedeckten Gebieten sich innerhalb der letzten 25 Jahre ausgedehnte Flächen mit Florideenvegetationen überzogen haben. Wenn man sieht, wie rasch die unteren abgestorbenen Teile zierlicher Bryozoenäste und selbst lebende Schnecken oder Muschelschalen von den zarten Krusten der Florideen bewachsen werden, dann erscheint es nicht wunderbar, daß große Flächen, welche dereinst mit Muschelsand bedeckt waren, jetzt mit den roten Algenkolonien in solcher Mächtigkeit überzogen sind, daß die Dredge, selbst wenn sie 5 cm tief greift, nur die Florideen, nicht aber den darunterliegenden Sand erfaßt.

Wie leicht anderseits solche Algenvegetationen wiederum von organischem Kalksand überstreut und bedeckt werden können, so daß diese beiden Ablagerungen im Querschnitt des Profils in wiederholter Wechsel-

[1] J. Walther, Die geographische Verbreitung der Foraminiferen auf der S. d. B. P. Mitteil. d. Zool. Station Bd. VIII, S. 377.

lagerung auftreten, geht aus folgender Beobachtung hervor: Lobianco[1] berichtet, daß im Jahre 1895 östlich von Neapel bis Granili so viele Exemplare von *Mactra stultorum* auftraten, daß die Fischer in 4 Wochen etwa täglich 200 kg erbeuteten; in derselben Zeit wurde *Cardium tuberculatum* und *C. aculeatum* an der Küste vom Castel d' Uovo bis zur Punta del Posillipo so häufig, daß täglich 200—250 kg gefangen wurden.

Wenn wir uns vorstellen, daß auf einem mit solch ungeheuren Mengen schmackhafter Muscheln bedeckten Stück Meeresgrund sich alsbald die muschelfressenden Krebse und Fische einfinden und von dem überreichen Mahl nähren, so würden innerhalb 25 Jahren 600000 kleine Krebse imstande sein, eine Fläche von 1 qkm mit einer Muschelschicht von 1 cm Höhe zu bedecken. Wenn aber die etwa zehnmal so schweren größeren Krebse als Schalenknicker und Muschelsandbildner in Rechnung gestellt werden, so könnten schon 60000 Krebse jene staunenswerte Leistung in 25 Jahren oder 15000 solche in 100 Jahren vollziehen.

Unter den Tierformen, die ich mich nicht erinnere vor 25 Jahren auf der Taubenbank angetroffen zu haben, wäre die *Venus effossa* zu nennen, die bekanntlich zu den größten konchyliologischen Seltenheiten gehört und von der ich diesmal innerhalb einer Woche 2 Exemplare fand.

Als ein neuer Ansiedler auf der Taubenbank muß auch eine kleine Einzelkoralle (*Caryophyllia*) bezeichnet werden. Ich interessierte mich vor 25 Jahren sehr für ihre reizenden Kelche und erhielt sie damals fast nur von der die Taubenbank umgebenden Schlammregion. Hier fand ich sie auf Steinchen, Schlackenstückchen und besonders auf toten Schalen von *Dentalium* oft angewachsen, in lebenden wie in toten Exemplaren. Daß ich sie diesmal vom Schlammgebiet nicht erhielt, mag vom Zufall abhängen. Aber da sie jetzt bei mehreren Dredgezügen, aufgewachsen auf Lithothamnienknollen, in Dutzenden von Exemplaren gefunden wurden und diese so kräftig waren, daß sie auf ihrem Substrat noch wochenlang in meinen Bassins lebten, folgt, daß diese Tierform jetzt Gebiete bewohnt, auf denen sie früher so selten war, daß sie bei meinen damaligen zahlreichen Netzzügen nur ganz vereinzelt gefunden wurde.

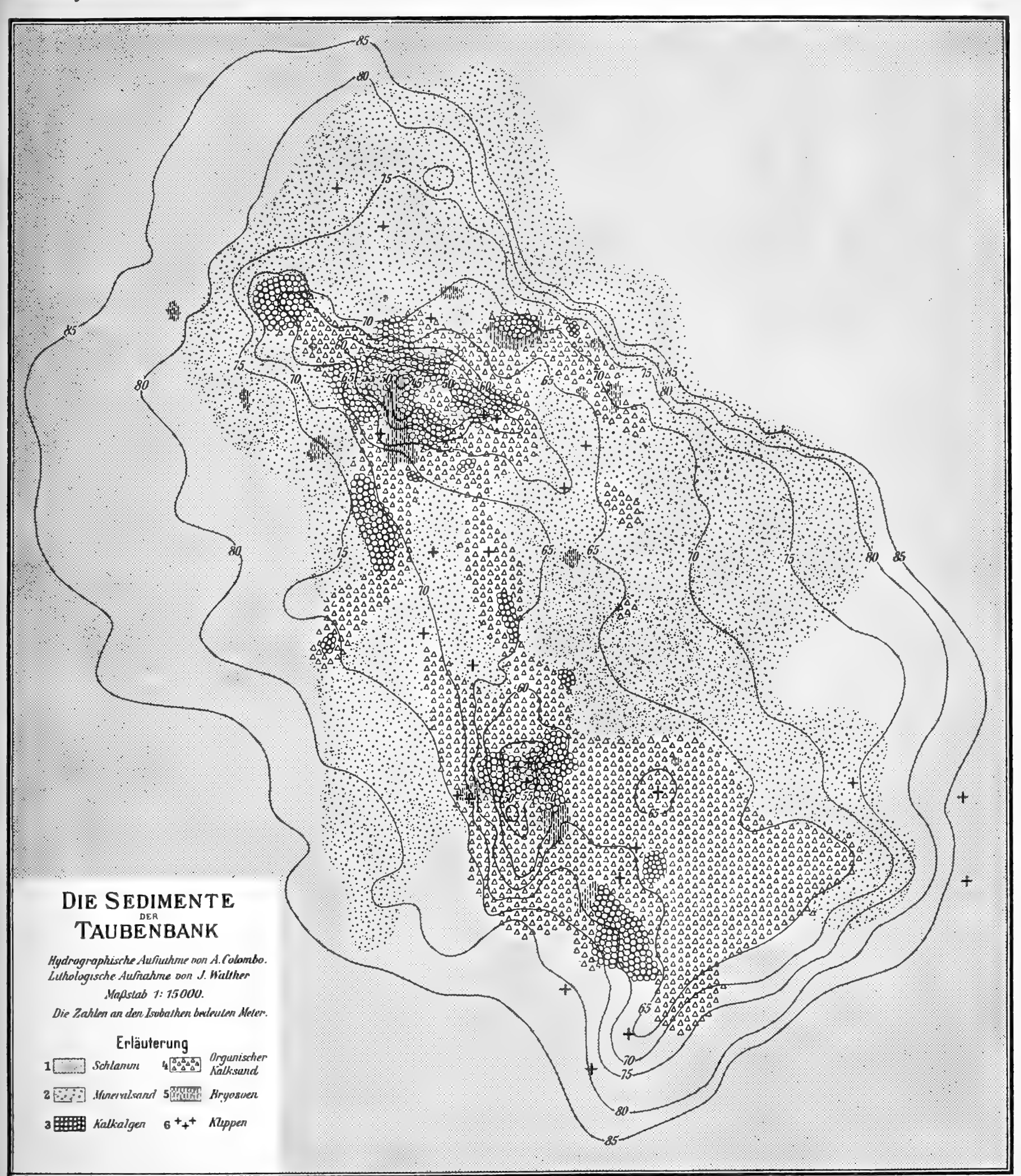
So zeigt also die erneute Untersuchung der Taubenbank, daß ihre Oberfläche in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum nicht unwesentliche

[1] Lobianco, Notizie biologiche ff. Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel. XIX. Heft 4, S. 622.

Veränderungen erfahren hat. Mit dichten Vegetationen haben die kalkabscheidenden Florideen große Flächen bewachsen, die früher mit lockerem Kalksand überstreut waren, und die Foraminiferen, die, wie es scheint, damals reiche Nahrung auf dem ebenen Sande fanden, sind von einem Teil ihrer alten Wohngebiete vertrieben, weil ihnen die Florideenknollen nicht den zusagenden Untergrund und die geeignete Nahrung bieten. Ich war damals versucht, *Polystomella crispa*, deren harte Kalkschale so unverwüstlich und leicht erkennbar ist, als ein rezentes Leitfossil der Taubenbank zu betrachten; jetzt möchte ich eher die zierlichen Kelche von *Caryophyllia* als solches bezeichnen, wenn ich nicht neben den schönen Formen der lebenden Einzelkorallen eine Anzahl Exemplare beobachtet hätte, die abgestorben waren und beim Übergang in den subfossilen Zustand von der Basis bis zum Rand der Theka und sogar hinüber auf die Septen und die Columella mit dem zarten Blatt von Kalkalgen überzogen wurden; da bei der Weiterentwicklung dieses Vorgangs schließlich der einst so zierliche Kelch ganz von Kalkalgengewebe eingeschlossen sein dürfte, könnte ein künftiger Geologe die Septalstruktur nur auf einer angewitterten Fläche oder beim Zerschlagen des Algenkalkes auf der Bruchfläche erkennen und untersuchen.

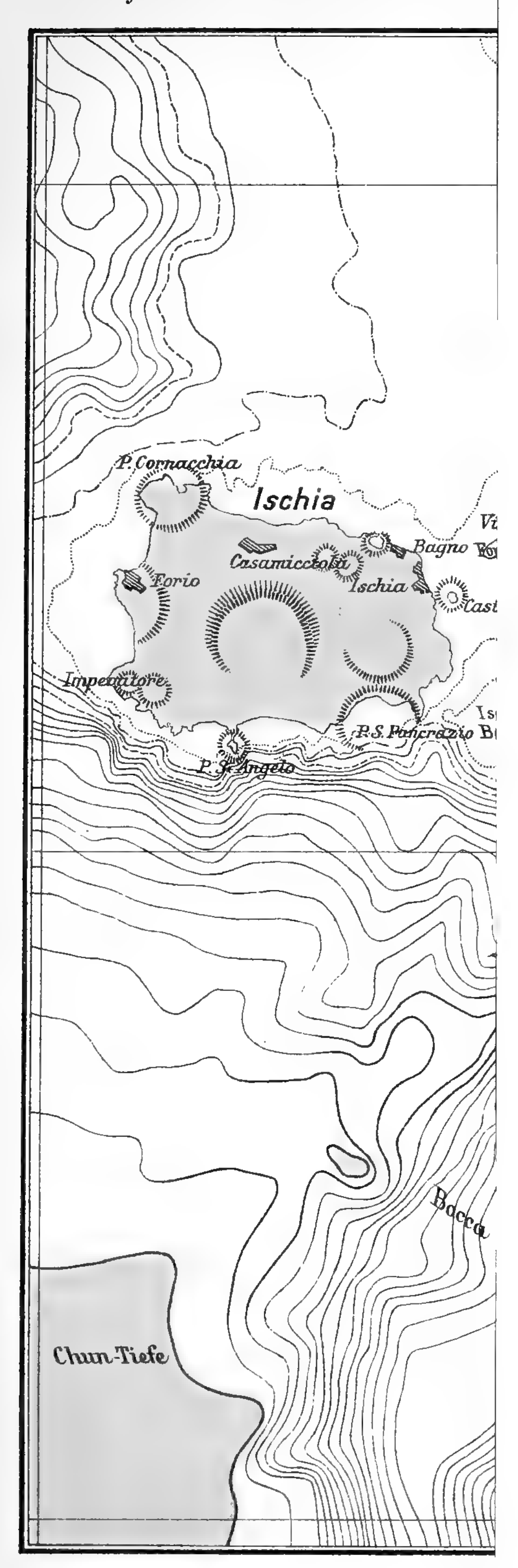
Jedenfalls scheinen mir diese Beobachtungen auf das beste mit den Erfahrungen übereinzustimmen, welche der Geologe beim Studium mariner Profile immer wieder macht: organisch entstandene, geschichtete Kalke zeigen oft in den aufeinanderfolgenden Lagen einen raschen Wechsel fossilreicher Lumachellen, dichter Kalkbänke und andrer Zwischenlagen, die auf angewitterten Flächen aus zahlreichen Bruchstücken nicht näher bestimmbarer Schalenreste zusammengesetzt sind.

Die Taubenbank im Golf von Neapel lehrt uns nicht allein, unter welchen bionomischen Umständen eine solche Wechsellagerung kalkiger Sedimente eintritt, sondern läßt uns zugleich erkennen, daß sich ein derartiger Fazieswechsel in einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne vollziehen kann.

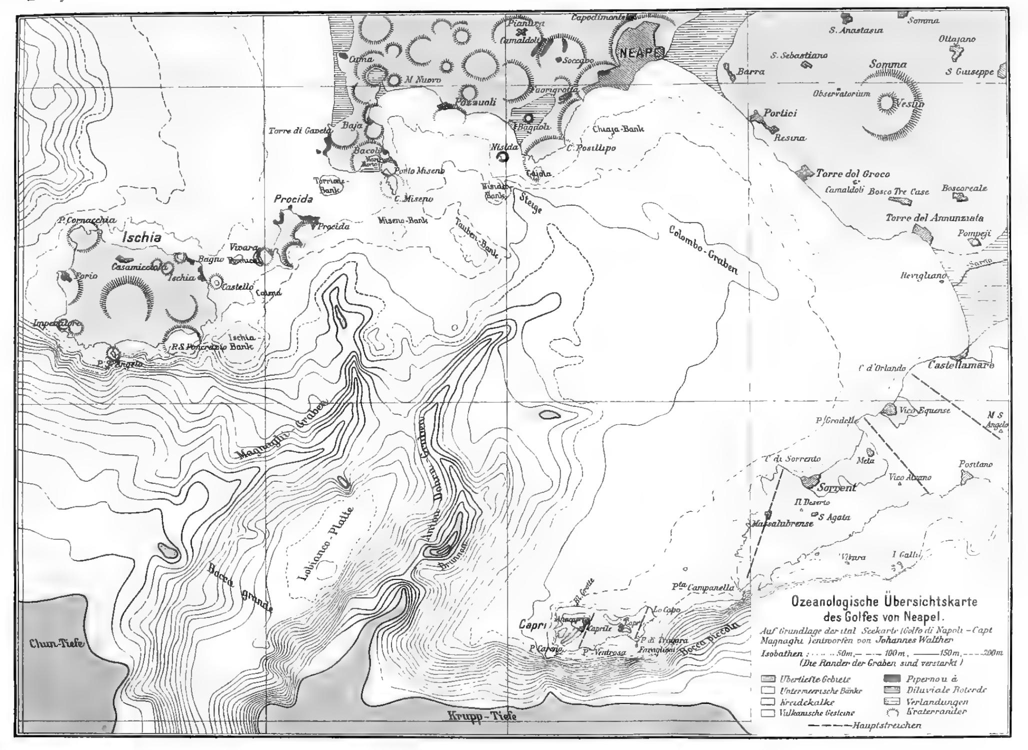


J. Walther: Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.

Taf. I.



P. Cornacchia
Ischia
Casamicciola
Bagno
Forio
Ischia
Impératore
P.S. Pancrazio
P. S. Angelo
Bocca
Chun-Tiefe



J. Walther: Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.

Taf. II.

Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von 307 kleinen Planeten.

Von

Prof. A. BERBERICH.

Vorgelegt von Hrn. Auwers in der Gesamtsitzung am 27. Oktober 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 20. April 1911.

Die im folgenden gegebenen Hilfstafeln sind aus dem mit der ständig wachsenden Zahl der kleinen Planeten immer dringender werdenden Bedürfnis entsprungen, ein Hilfsmittel zur schnellen Herleitung genäherter Örter zu besitzen. Sie beschränken sich zunächst auf diejenigen 307 Asteroiden, deren Bahnen gegenwärtig als genügend gesichert für längere Vorausberechnung gelten können.

Ähnliche Tafeln sind bereits früher hergestellt worden. Marth hat in Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 45, 1885 unter dem Titel »Data for a Graphical Representation of the Solar System« für 150 Planeten Tabellen gegeben, welche mit dem Argument »wahre Anomalie« die heliozentrischen Koordinaten l, $r \cos b$ und $r \sin b$ liefern. Seine Tafeln sind aber keineswegs bequem zu gebrauchen, da für das Argument die Intervalle 15° oder 30° gewählt sind.

Die vorliegenden Tafeln, die sich auf eine wesentlich größere Zahl von Planeten beziehen, sind anders eingerichtet. Mit dem von 10° zu 10° fortschreitenden Argument heliozentrische Länge l sind die heliozentrischen Ekliptikal-Koordinaten und die Zeit t tabuliert, zu welcher diese Koordinaten gehören. Mit Hilfe der am Fuße der Tabellen bei den Elementen angegebenen Umlaufszeit U ist es leicht möglich, auch für jede nicht innerhalb des Bereichs der Tafel fallende Epoche die heliozentrischen Koordinaten herzustellen.

Der Hauptvorteil dieser Anordnung gegenüber der von Marth liegt darin, daß man für eine gewisse Zeit t die heliozentrischen Koordinaten direkt interpolieren kann, ohne erst die wahre Anomalie zu berechnen. Die Rechnung genäherter Örter ist daher wesentlich bequemer und kürzer. Die Interpolation ist in der Regel ganz leicht auszuführen, weil die höheren Differenzen nur ausnahmsweise merklich werden. Solche Fälle treten nur bei stark exzentrischen oder stark geneigten Bahnen auf.

Die Genauigkeit, welche die Tafeln zu liefern imstande sind, ist im Durchschnitt die einer vierstelligen logarithmischen Rechnung. Sie ist wesentlich abhängig von der Sicherheit, mit welcher sich die Koordinaten interpolieren lassen, also von der Größe der höheren Differenzen. Für manche Zwecke, wie z. B. für die genäherte Bestimmung der Oppositionszeit, sind sie mehr als ausreichend genau.

Die Anordnung der Tafeln ist aber nicht allein auf den Zweck, schnell genäherte Örter zu erhalten, zugeschnitten, sondern sie wird sich auch als vorteilhaft für Untersuchungen erweisen, welche die Konstitution des Asteroidenringes betreffen. Marths Tafeln hatten das gleiche Ziel im Auge, machten aber eine graphische Darstellung notwendig. Die vorliegenden Tabellen gestatten, ohne Hilfszeichnung die gegenseitige Lage der Bahnen, vor allem die Frage der Proximitäten zu studieren. Dieser Punkt ist besonders zu betonen, weil hier ein einfaches Vergleichen der Tafeln untereinander sämtliche möglichen Proximitäten erkennen läßt.

Die Anwendung der Tafeln bedarf weiter keiner Erläuterung. Die am Fuße der Tabellen zusammengestellten Bahnelemente sind fast ausnahmslos dem Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1906 entnommen. Später etwa merklich werdende Abweichungen werden sich leicht empirisch durch Korrektion der Epoche beseitigen lassen.

Um die Stellungen kleiner Planeten gegen die benachbarten großen Planeten ermitteln zu lassen, sind in einem Anhang die, unmittelbar aus den einzelnen Jahrgängen des Berliner Jahrbuchs entnommenen, Koordinaten der Planeten Mars, Jupiter und Saturn ebenfalls für je einen Umlauf zusammengestellt. —

Die Interpolation der Tabellen und die Herstellung des Manuskripts ist mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft durch die Herren Dr. P. V. Neugebauer und Dr. Fr. Rahnenführer ausgeführt worden.

l	(1) Ceres			(2) Pallas			(3) Juno		
	log $r \cos b$	$r \sin b$	t	log $r \cos b$	$r \sin b$	t	log $r \cos b$	$r \sin b$	t
0°	.4627	−0.537	01.340	.4718	−0.255	01.984	.3361	−0.080	05.060
	29	27	143	290	311	172	141	80	82
10	.4598	−0.510	01.483	.4428	−0.566	02.156	.3220	−0.160	05.142
	34	42	140	331	245	149	121	71	77
20	.4564	−0.468	01.623	.4097	−0.811	02.305	.3099	−0.231	05.219
	38	57	138	337	183	128	99	61	74
30	.4526	−0.411	01.761	.3760	−0.994	02.433	.3000	−0.292	05.293
	43	68	135	320	126	109	72	52	70
40	.4483	−0.343	01.896	.3440	−1.120	02.542	.2928	−0.344	05.363
	47	77	133	284	82	96	45	42	69
50	.4436	−0.266	02.029	.3156	−1.202	02.638	.2883	−0.386	05.432
	50	84	130	238	47	84	14	33	68
60	.4386	−0.182	02.159	.2918	−1.249	02.722	.2869	−0.419	05.500
	53	88	127	182	18	77	16	23	68
70	.4333	−0.094	02.286	.2736	−1.267	02.799	.2885	−0.442	05.568
	54	88	124	126	5	71	47	13	69
80	.4279	−0.006	02.410	.2610	−1.262	02.870	.2932	−0.455	05.637
	54	86	120	66	28	68	80	2	71
90	.4225	+0.080	02.530	.2544	−1.234	02.938	.3012	−0.457	05.708
	55	82	118	9	48	68	110	9	74
100	.4170	+0.162	02.648	.2535	−1.186	03.006	.3122	−0.448	05.782
	50	75	115	45	70	68	138	20	78
110	.4120	+0.237	02.763	.2580	−1.116	03.074	.3260	−0.428	05.860
	44	67	113	93	95	69	164	34	85
120	.4076	+0.304	02.876	.2673	−1.021	03.143	.3424	−0.394	05.945
	36	56	110	136	122	74	187	47	91
130	.4040	+0.360	02.986	.2809	−0.899	03.217	.3611	−0.347	06.036
	27	46	109	168	154	79	204	62	100
140	.4013	+0.406	03.095	.2977	−0.745	03.296	.3815	−0 285	06.136
	14	34	108	187	188	86	213	77	109
150	.3999	+0.440	03.203	.3164	−0.557	03.382	.4028	−0.208	06.245
	2	22	107	186	224	94	215	93	122
160	.3997	+0.462	03.310	.3350	−0.333	03.476	.4243	−0.115	06.367
	12	10	108	169	255	102	211	106	134
170	.4009	+0.472	03.418	.3519	−0.078	03.578	.4454	−0.009	06.501
	24	4	108	140	278	109	197	117	147
180	.4033	+0.468	03.526	.3659	+0.200	03.687	.4651	+0.108	06.648
	36	16	110	106	286	116	175	123	161
190	.4069	+0.452	03.636	.3765	+0.486	03.803	.4826	+0.231	06.809
	51	30	112	74	278	120	143	124	173
200	.4120	+0.422	03.748	.3839	+0.764	03.923	.4969	+0.355	06.982
	58	42	116	48	259	124	107	116	183
210	.4178	+0.380	03.864	.3887	+1.023	04.047	.5076	+0.471	07.165
	64	55	118	37	229	126	67	102	190
220	.4242	+0.325	03.982	.3924	+1.252	04.173	.5143	+0.573	07.355
	68	67	122	39	196	129	25	80	195
230	.4310	+0.258	04.104	.3963	+1.448	04.302	.5168	+0.653	07.550
	70	76	126	51	159	131	15	55	195
240	.4380	+0.182	04.230	.4014	+1.607	04.433	.5153	+0.708	07.745
	67	85	130	70	121	135	55	27	191
250	.4447	+0.097	04.360	.4084	+1.728	04.568	.5098	+0.735	07.936
	63	91	134	95	82	140	89	2	186
260	.4510	+0.006	04.494	.4179	+1.810	04.708	.5009	+0.733	08.122
	55	93	138	122	39	147	117	28	177
270	.4565	−0.087	04.632	.4301	+1.849	04.855	.4892	+0.705	08.299
	45	92	141	143	9	156	142	53	166
280	.4610	−0.179	04.773	.4444	+1.840	05.011	.4750	+0.652	08.465
	35	89	143	161	62	168	160	71	155
290	.4645	−0.268	04.916	.4605	+1.778	05.179	.4590	+0.581	08.620
	24	80	146	164	124	181	173	85	144
300	.4669	−0.348	05.062	.4769	+1.654	05.360	.4417	+0.496	08.764
	14	70	147	151	192	195	181	95	133
310	.4683	−0.418	05.209	.4920	+1.462	05.555	.4236	+0.401	08.897
	4	56	147	117	264	207	185	100	122
320	.4687	−0.474	05.356	.5037	+1.198	05.762	.4051	+0.301	09.019
	4	42	147	54	330	216	183	101	112
330	.4683	−0.516	05.503	.5091	+0.868	05.978	.3868	+0.200	09.131
	12	24	147	29	374	218	180	99	102
340	.4671	−0.540	05.650	.5062	+0.494	06.196	.3688	+0.101	09.233
	19	7	145	127	386	209	170	94	96
350	.4652	−0.547	05.795	.4935	+0.108	06.405	.3518	+0.007	09.329
	25	10	145	217	363	194	157	87	87
360	.4627	−0.537	05.940	.4718	−0.255	06.599	.3361	−0.080	09.416

(1) Ceres		(2) Pallas		(3) Juno	
T 1904.404	e 0.0785	T 1904.404	e 0.2385	T 1904.601	e 0.2581
M 94° 9'	a 2.766	M 94° 1'	a 2.772	M 288° 37'	a 2.668
ω 69 29	μ 78″.23	ω 309 9	μ 78″.00	ω 244 36	μ 82″.64
Ω 80 41.5		Ω 172 51.5		Ω 170 47	
i 10 37.3	U 4a.601	i 34 41.5	U 4a.615	i 13 1.8	U 4a.356

(4) Vesta

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3787	63	−0.291	12	03.185	106
10	.3850	60	−0.303	3	03.291	110
20	.3910	56	−0.306	7	03.401	112
30	.3966	48	−0.299	17	03.513	115
40	.4014	39	−0.282	26	03.628	118
50	.4053	27	−0.256	36	03.746	119
60	.4080	14	−0.220	43	03.865	120
70	.4094	1	−0.177	49	03.985	120
80	.4095	14	−0.128	53	04.105	120
90	.4081	27	−0.075	55	04.225	120
100	.4054	41	−0.020	56	04.345	117
110	.4013	53	+0.036	52	04.462	115
120	.3960	62	+0.088	49	04.577	112
130	.3898	69	+0.137	43	04.689	108
140	.3829	73	+0.180	36	04.797	105
150	.3756	75	+0.216	28	04.902	102
160	.3681	73	+0.244	19	05.004	98
170	.3608	68	+0.263	12	05.102	95
180	.3540	61	+0.275	3	05.197	92
190	.3479	54	+0.278	4	05.289	89
200	.3425	45	+0.274	13	05.378	88
210	.3380	34	+0.261	19	05.466	86
220	.3346	23	+0.242	26	05.552	85
230	.3323	13	+0.216	31	05.637	84
240	.3310	2	+0.185	37	05.721	84
250	.3308	8	+0.148	41	05.805	85
260	.3316	18	+0.107	44	05.890	85
270	.3334	27	+0.063	46	05.975	85
280	.3361	35	+0.017	48	06.060	87
290	.3396	42	−0.031	47	06.147	88
300	.3438	49	−0.078	46	06.235	90
310	.3487	54	−0.124	44	06.325	93
320	.3541	58	−0.168	40	06.418	94
330	.3599	61	−0.208	34	06.512	97
340	.3660	63	−0.242	28	06.609	100
350	.3723	64	−0.270	21	06.709	103
360	.3787		−0.291		06.812	

T 1903.912, e 0.0903
M 170° 23′.5, a 2.361
ω 148 15.5, μ 99″.28
Ω 103 32
i 7 8.2, U 3ª.627

(5) Astraea

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4569	131	−0.166	28	98.906	141
10	.4438	140	−0.194	20	99.047	132
20	.4298	148	−0.214	12	99.179	124
30	.4150	149	−0.226	4	99.303	116
40	.4001	145	−0.230	3	99.419	108
50	.3856	137	−0.227	10	99.527	101
60	.3719	125	−0.217	14	99.628	96
70	.3594	112	−0.203	20	99.724	90
80	.3482	96	−0.183	24	99.814	86
90	.3386	78	−0.159	27	99.900	83
100	.3308	59	−0.132	29	99.983	80
110	.3249	40	−0.103	31	00.063	78
120	.3209	19	−0.072	33	00.141	77
130	.3190	1	−0.039	34	00.218	77
140	.3191	21	−0.005	34	00.295	77
150	.3212	40	+0.029	34	00.372	79
160	.3252	60	+0.063	32	00.451	80
170	.3312	79	+0.095	32	00.531	83
180	.3391	95	+0.127	29	00.614	86
190	.3486	112	+0.156	26	00.700	90
200	.3598	124	+0.182	23	00.790	96
210	.3722	136	+0.205	17	00.886	101
220	.3858	143	+0.222	12	00.987	109
230	.4001	147	+0.234	6	01.096	115
240	.4148	146	+0.240	2	01.211	124
250	.4294	142	+0.238	10	01.335	133
260	.4436	129	+0.228	19	01.468	140
270	.4565	112	+0.209	27	01.608	149
280	.4677	91	+0.182	36	01.757	156
290	.4768	62	+0.146	42	01.913	162
300	.4830	33	+0.104	47	02.075	165
310	.4863	1	+0.057	49	02.240	167
320	.4864	31	+0.008	50	02.407	165
330	.4833	62	−0.042	47	02.572	162
340	.4771	90	−0.089	42	02.734	156
350	.4681	112	−0.131	35	02.890	150
360	.4569		−0.166		03.040	

T 1898.696, e 0.1911
M 224° 4′, a 2.576
ω 353 28, μ 87″.08
Ω 141 31
i 5 20.1, U 4ª.134

(6) Hebe

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2832	46	−0.335	57	01.196	69
10	.2786	23	−0.392	46	01.265	67
20	.2763	4	−0.438	35	01.332	68
30	.2767	31	−0.473	24	01.400	68
40	.2798	58	−0.497	13	01.468	69
50	.2856	86	−0.510	0	01.537	71
60	.2942	112	−0.510	13	01.608	75
70	.3054	135	−0.497	27	01.683	79
80	.3189	154	−0.470	42	01.762	85
90	.3343	169	−0.428	57	01.847	92
100	.3512	177	−0.371	75	01.939	98
110	.3689	178	−0.296	90	02.037	107
120	.3867	170	−0.206	105	02.144	117
130	.4037	156	−0.101	117	02.261	125
140	.4193	132	+0.016	125	02.386	135
150	.4325	105	+0.141	126	02.521	141
160	.4430	72	+0.267	121	02.662	148
170	.4502	40	+0.388	109	02.810	151
180	.4542	7	+0.497	91	02.961	153
190	.4549	24	+0.588	69	03.114	152
200	.4525	51	+0.657	44	03.266	150
210	.4474	73	+0.701	19	03.416	145
220	.4401	91	+0.720	7	03.561	141
230	.4310	105	+0.713	31	03.702	134
240	.4205	115	+0.682	51	03.836	127
250	.4090	122	+0.631	68	03.963	120
260	.3968	127	+0.563	82	04.083	114
270	.3841	129	+0.481	93	04.197	107
280	.3712	132	+0.388	99	04.304	101
290	.3580	130	+0.289	102	04.405	95
300	.3450	126	+0.187	101	04.500	90
310	.3324	122	+0.086	99	04.590	84
320	.3202	114	−0.013	93	04.674	81
330	.3088	101	−0.106	85	04.755	76
340	.2987	87	−0.191	77	04.831	73
350	.2900	68	−0.268	67	04.904	70
360	.2832		−0.335		04.974	

T 1900.503, e 0.2008
M 284° 20′, a 2.426
ω 236 56, μ 95″.30
Ω 138 40
i 14 48.0, U 3ª.778

(7) Iris

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2834		+0.181		99.637	
		88		11		67
10	.2746		+0.170		99.704	
		64		16		65
20	.2682		+0.154		99.769	
		39		18		63
30	.2643		+0.136		99.832	
		14		22		62
40	.2629		+0.114		99.894	
		11		25		63
50	.2640		+0.089		99.957	
		34		27		63
60	.2674		+0.062		00.020	
		57		29		64
70	.2731		+0.033		00.084	
		81		31		67
80	.2812		+0.002		00.151	
		102		33		69
90	.2914		−0.031		00.220	
		122		33		73
100	.3036		−0.064		00.293	
		138		33		78
110	.3174		−0.097		00.371	
		154		33		83
120	.3328		−0.130		00.454	
		166		32		89
130	.3494		−0.162		00.543	
		173		29		96
140	.3667		−0.191		00.639	
		176		26		105
150	.3843		−0.217		00.744	
		174		20		114
160	.4017		−0.237		00.858	
		166		13		122
170	.4183		−0.250		00.980	
		152		6		132
180	.4335		−0.256		01.112	
		131		4		141
190	.4466		−0.252		01.253	
		104		14		149
200	.4570		−0.238		01.402	
		69		23		155
210	.4639		−0.215		01.557	
		31		33		158
220	.4670		−0.182		01.715	
		8		40		160
230	.4662		−0.142		01.875	
		48		45		158
240	.4614		−0.097		02.033	
		84		47		152
250	.4530		−0.050		02.185	
		118		47		146
260	.4412		−0.003		02.331	
		144		45		137
270	.4268		+0.042		02.468	
		164		40		128
280	.4104		+0.082		02.596	
		178		34		118
290	.3926		+0.116		02.714	
		182		28		109
300	.3744		+0.144		02.823	
		181		21		100
310	.3563		+0.165		02.923	
		175		14		92
320	.3388		+0.179		03.015	
		165		9		85
330	.3223		+0.188		03.100	
		149		3		79
340	.3074		+0.191		03.179	
		131		3		74
350	.2943		+0.188		03.253	
		109		7		70
360	.2834		+0.181		03.323	

T 1900.001 e 0.2308
M 9° 5!3 a 2.386
ω 141 31 μ 97°66
Ω 260 34
i 5 28 U 3a686

(8) Flora

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2762		−0.183		99.714	
		51		6		67
10	.2711		−0.189		99.781	
		32		2		66
20	.2679		−0.191		99.847	
		13		3		65
30	.2666		−0.188		99.912	
		6		8		65
40	.2672		−0.180		99.977	
		24		13		66
50	.2696		−0.167		00.043	
		42		18		66
60	.2738		−0.149		00.109	
		59		22		68
70	.2797		−0.127		00.177	
		75		26		70
80	.2872		−0.101		00.247	
		88		30		73
90	.2960		−0.071		00.320	
		100		34		76
100	.3060		−0.037		00.396	
		109		36		80
110	.3169		−0.001		00.476	
		115		38		85
120	.3284		+0.037		00.561	
		118		39		89
130	.3402		+0.076		00.650	
		118		39		93
140	.3520		+0.115		00.743	
		113		37		99
150	.3633		+0.152		00.842	
		106		34		104
160	.3739		+0.186		00 946	
		94		29		109
170	.3833		+0.215		01.055	
		79		23		114
180	.3912		+0.238		01.169	
		62		15		117
190	.3974		+0.253		01.286	
		42		7		120
200	.4016		+0.260		01.406	
		20		3		122
210	.4036		+0.257		01.528	
		3		12		122
220	.4033		+0.245		01.650	
		26		20		122
230	.4007		+0.225		01.772	
		48		28		119
240	.3959		+0.197		01.891	
		69		34		116
250	.3890		+0.163		02 007	
		86		38		112
260	.3804		+0.125		02.119	
		101		41		107
270	.3703		+0.084		02.226	
		111		42		103
280	.3592		+0.042		02.329	
		118		41		97
290	.3474		+0.001		02.426	
		121		39		92
300	.3353		−0.038		02.518	
		120		35		87
310	.3233		−0.073		02.605	
		116		32		82
320	.3117		−0.105		02.687	
		107		27		78
330	.3010		−0.132		02.765	
		97		22		74
340	.2913		−0.154		02.839	
		83		17		72
350	.2830		−0.171		02.911	
		68		12		69
360	.2762		−0.183		02.980	

T 1848.001 e 0.1567
M 35° 53′ a 2.202
ω 282 38 μ 110°22
Ω 110 17
i 5 53.1 U 3a266

(9) Metis

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3525		−0.205		97.877	
		77		20		91
10	.3448		−0.185		97.968	
		68		25		87
20	.3380		−0.160		98.055	
		60		29		85
30	.3320		−0.131		98.140	
		48		32		83
40	.3272		−0.099		98.223	
		34		33		81
50	.3238		−0.066		98.304	
		22		36		81
60	.3216		−0.030		98.385	
		8		35		80
70	.3208		+0.005		98.465	
		5		36		80
80	.3213		+0.041		98.545	
		18		34		80
90	.3231		+0 075		98.625	
		31		33		81
100	.3262		+0.108		98.706	
		44		31		82
110	.3306		+0.139		98.788	
		56		27		85
120	.3362		+0.166		98.873	
		67		23		87
130	.3429		+0.189		98.960	
		76		19		90
140	.3505		+0.208		99.050	
		85		13		93
150	.3590		+0.221		99.143	
		91		8		97
160	.3681		+0.229		99.240	
		94		0		101
170	.3775		+0.229		99.341	
		95		7		106
180	.3870		+0.222		99.447	
		91		14		110
190	.3961		+0.208		99.557	
		86		22		116
200	.4047		+0.186		99.673	
		78		28		120
210	.4125		+0.158		99.793	
		65		35		123
220	.4190		+0.123		99.916	
		49		40		127
230	.4239		+0.083		00.043	
		32		44		130
240	.4271		+0.039		00.173	
		12		46		131
250	.4283		−0.007		00.304	
		8		45		130
260	.4275		−0.052		00.434	
		28		43		130
270	.4247		−0.095		00.564	
		45		40		127
280	.4202		−0.135		00.691	
		61		33		124
290	.4141		−0.168		00.815	
		75		27		121
300	.4066		−0 195		00.936	
		85		20		116
310	.3981		−0.215		01.052	
		92		12		112
320	.3889		−0.227		01.164	
		94		5		107
330	.3795		−0.232		01.271	
		94		2		102
340	.3701		−0.230		01.373	
		91		10		98
350	.3610		−0.220		01.471	
		85		15		94
360	.3525		−0.205		01.565	

T 1858.495 e 0.1233
M 57° 5′ a 2.387
ω 2 32 μ 97°64
Ω 68 31
i 5 36 U 3a688

(10) Hygiea

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5202	75	+0.213	11	96.226	177
10	.5277	64	+0.224	4	96.403	183
20	.5341	51	+0.228	4	96.586	188
30	.5392	36	+0.224	12	96.774	191
40	.5428	19	+0.212	19	96.965	193
50	.5447	1	+0.193	25	97.158	195
60	.5448	17	+0.168	32	97 353	194
70	.5431	33	+0.136	35	97.547	192
80	.5398	50	+0.101	39	97.739	188
90	.5348	64	+0.062	39	97.927	183
100	.5284	76	+0.023	39	98.110	177
110	.5208	85	−0.016	37	98.287	171
120	.5123	90	−0.053	34	98.458	164
130	.5033	93	−0.087	30	98.622	158
140	.4940	93	−0.117	25	98.780	151
150	.4847	89	−0.142	20	98.931	145
160	.4758	83	−0.162	14	99.076	139
170	.4675	75	−0.176	9	99.215	134
180	.4600	65	−0.185	4	99.349	130
190	.4535	53	−0.189	2	99.479	126
200	.4482	40	−0.187	7	99.605	123
210	.4442	26	−0.180	12	99.728	122
220	.4416	13	−0.168	16	99.850	121
230	.4403	2	−0.152	20	99.971	120
240	.4405	16	−0.132	24	00.091	121
250	.4421	30	−0.108	27	00.212	122
260	.4451	42	−0.081	30	00.334	124
270	.4493	54	−0.051	32	00.458	127
280	.4547	65	−0.019	33	00.585	130
290	.4612	74	+0.014	34	00.715	135
300	.4686	81	+0.048	34	00.850	140
310	.4767	87	+0.082	33	00.990	145
320	.4854	89	+0.115	30	01.135	151
330	.4943	90	+0.145	27	01.286	157
340	.5033	87	+0.172	23	01.443	164
350	.5120	82	+0.195	18	01.607	170
360	.5202		+0.213		01.777	

T 1898.970 e 0.1200
M 291° 20′ a 3.135
ω 308 58 μ 64°.85
Ω 285 49
i 3 48.8 U 5a.551

(11) Parthenope

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3529	50	−0.149	18	01.478	92
10	.3579	58	−0.167	14	01.570	94
20	.3637	65	−0.181	8	01.664	97
30	.3702	72	−0.189	3	01.761	100
40	.3774	76	−0.192	2	01.861	104
50	.3850	78	−0.190	8	01.965	107
60	.3928	76	−0.182	15	02.072	111
70	.4004	73	−0.167	20	02.183	115
80	.4077	67	−0.147	26	02.298	119
90	.4144	58	−0.121	30	02.417	122
100	.4202	48	−0.091	34	02.539	125
110	.4250	35	−0.057	37	02.664	128
120	.4285	20	−0.020	38	02.792	129
130	.4305	5	+0.018	38	02.921	130
140	.4310	12	+0.056	35	03.051	130
150	.4298	26	+0.091	32	03.181	129
160	.4272	39	+0.123	28	03.310	127
170	.4233	51	+0.151	22	03.437	124
180	.4182	61	+0.173	16	03.561	121
190	.4121	68	+0.189	10	03.682	117
200	.4053	73	+0.199	3	03.799	114
210	.3980	75	+0.202	4	03.913	110
220	.3905	75	+0.198	9	04.023	106
230	.3830	72	+0.189	14	04.129	103
240	.3758	68	+0.175	19	04.232	99
250	.3690	63	+0.156	23	04.331	96
260	.3627	55	+0.133	26	04.427	94
270	.3572	47	+0.107	29	04.521	92
280	.3525	37	+0.078	30	04.613	90
290	.3488	27	+0.048	31	04.703	88
300	.3461	16	+0.017	32	04.791	88
310	.3445	6	−0.015	30	04.879	87
320	.3439	6	−0.045	30	04.966	87
330	.3445	17	−0.075	27	05.053	88
340	.3462	28	−0.102	25	05.141	88
350	.3490	39	−0.127	22	05.229	90
360	.3529		−0.149		05.319	

T 1901.817 e 0.0999
M 65° 59′ a 2.452
ω 193 25 μ 93°.74
Ω 125 17
i 4 37.9 U 3a.841

(12) Victoria

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2960	142	+0.240	25	00.658	76
10	.3102	158	+0.215	33	00.734	81
20	.3260	168	+0.182	42	00.815	88
30	.3428	174	+0.140	49	00.903	95
40	.3602	175	+0.091	57	00.998	103
50	.3777	168	+0.034	62	01.101	112
60	.3945	156	−0.028	66	01.213	120
70	.4101	138	−0.094	68	01.333	129
80	.4239	113	−0.162	65	01.462	136
90	.4352	84	−0.227	60	01.598	143
100	.4436	50	−0.287	50	01.741	147
110	.4486	16	−0.337	38	01.888	150
120	4502	18	−0.375	24	02.038	149
130	.4484	50	−0.399	8	02.187	147
140	.4434	83	−0.407	7	02.334	143
150	.4351	107	−0.400	21	02.477	136
160	.4244	128	−0.379	33	02.613	129
170	.4116	145	−0.346	43	02.742	121
180	.3971	156	−0 303	50	02.863	113
190	.3815	161	−0.253	54	02.976	105
200	.3654	163	−0.199	57	03.081	98
210	.3491	160	−0.142	57	03.179	91
220	.3331	152	−0.085	55	03.270	84
230	.3179	141	−0.030	53	03.354	79
240	.3038	128	+0.023	49	03.433	74
250	.2910	110	+0.072	44	03.507	70
260	.2800	91	+0.116	40	03.577	67
270	.2709	70	+0.156	34	03.644	64
280	.2639	46	+0.190	28	03.708	63
290	.2593	22	+0.218	22	03.771	62
300	.2571	3	+0.240	17	03.833	61
310	.2574	28	+0.257	10	03.894	62
320	.2602	54	+0.267	4	03.956	64
330	.2656	78	+0.271	3	04.020	65
340	.2734	102	+0.268	10	04.085	68
350	.2836	124	+0.258	18	04.153	71
360	.2960		+0.240		04.224	

T 1850.999 e 0.2189
M 66° 3′ a 2.334
ω 66 5 μ 100°.92
Ω 235 34.5
i 8 23.3 U 3a.566

(13) Egeria

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4190	31	−0.533	110	00.040	124
10	.4159	39	−0.423	121	00.164	122
20	.4120	49	−0.302	129	00.286	120
30	.4071	58	−0.173	131	00.406	117
40	.4013	67	−0.042	129	00.523	113
50	.3946	73	+0.087	122	00.636	110
60	.3873	75	+0.209	112	00.746	106
70	.3798	73	+0.321	99	00.852	102
80	.3725	66	+0.420	83	00.954	99
90	.3659	55	+0.503	67	01.053	97
100	.3604	41	+0.570	50	01.150	94
110	.3563	23	+0.620	33	01.244	93
120	.3540	3	+0.653	16	01.337	92
130	.3537	—16	+0.669	—1	01.429	93
140	.3553	37	+0.668	18	01.522	94
150	.3590	55	+0.650	37	01.616	95
160	.3645	71	+0.613	54	01.711	99
170	.3716	81	+0.559	72	01.810	102
180	.3797	89	+0.487	89	01.912	106
190	.3886	90	+0.398	106	02.018	111
200	.3976	86	+0.292	119	02.129	115
210	.4062	78	+0.173	130	02.244	120
220	.4140	65	+0.043	136	02.364	124
230	.4205	52	−0.093	136	02.488	127
240	.4257	36	−0.229	131	02.615	130
250	.4293	21	−0.360	120	02.745	132
260	.4314	9	−0.480	105	02.877	132
270	.4323	—2	−0 585	87	03.009	133
280	.4321	9	−0.672	65	03.142	132
290	.4312	13	−0.737	41	03.274	132
300	.4299	15	−0.778	17	03.406	130
310	.4284	16	−0.795	—7	03.536	130
320	.4268	16	−0.788	31	03.666	129
330	.4252	17	−0.757	54	03.795	128
340	.4235	20	−0.703	76	03 923	127
350	.4215	25	−0.627	94	04.050	125
360	.4190		−0.533		04.175	

T 1849.999 *e* 0.0871
M 210° 46'.6 *a* 2.577
ω 76 58.4 *μ* 87".06
Ω 43 11.6
i 16 32.4 *U* 4ª.135

(14) Irene

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4730	12	−0.477	13	02.925	156
10	.4718	33	−0.464	29	03.081	155
20	.4685	54	−0.435	44	03.236	151
30	.4631	73	−0.391	56	03.387	147
40	.4558	90	−0.335	65	03.534	142
50	.4468	104	−0.270	71	03.676	136
60	.4364	114	−0.199	74	03.812	128
70	.4250	122	−0.125	75	03.940	122
80	.4128	125	−0.050	71	04.062	115
90	.4003	124	+0.021	68	04.177	109
100	.3879	119	+0.089	61	04.286	103
110	.3760	112	+0.150	53	04.389	98
120	.3648	101	+0.203	45	04.487	93
130	.3547	86	+0.248	37	04.580	89
140	.3461	68	+0.285	28	04.669	86
150	.3393	49	+0.313	19	04.755	83
160	.3344	29	+0.332	10	04.838	82
170	.3315	9	+0.342	2	04.920	82
180	.3306	—14	+0.344	—8	05.002	81
190	.3320	35	+0.336	16	05.083	82
200	.3355	54	+0.320	25	05.165	84
210	.3409	72	+0.295	33	05.249	87
220	.3481	89	+0.262	42	05.336	90
230	.3570	103	+0.220	50	05.426	94
240	.3673	113	+0.170	58	05.520	99
250	.3786	119	+0.112	64	05.619	104
260	.3905	124	+0.048	70	05.723	110
270	.4029	123	−0.022	72	05.833	116
280	.4152	119	−0.094	74	05.949	123
290	.4271	111	−0.168	72	06.072	130
300	.4382	100	−0.240	68	06.202	137
310	.4482	87	−0.308	60	06.339	143
320	.4569	70	−0.368	49	06.482	148
330	.4639	51	−0.417	36	06.630	152
340	.4690	30	−0.453	20	06.782	155
350	.4720	10	−0.473	4	06.937	156
360	.4730		−0.477		07.093	

T 1898.751 *e* 0.1624
M 180° 48' *a* 2.590
ω 92 3 *μ* 86".38
Ω 86 57
i 9 7.5 *U* 4ª.168

(15) Eunomia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3322	56	+0.408	20	99.597	81
10	.3266	30	+0.428	9	99.678	80
20	.3236	6	+0.437	—2	99.758	78
30	.3230	—20	+0.435	13	99.836	79
40	.3250	46	+0.422	23	99.915	81
50	.3296	67	+0.399	35	99.996	82
60	.3363	89	+0.364	45	00.078	85
70	.3452	108	+0.319	56	00.163	89
80	.3560	122	+0.263	67	00.252	94
90	.3682	134	+0.196	76	00.346	100
100	.3816	140	+0.120	85	00.446	106
110	.3956	143	+0.035	92	00.552	114
120	.4099	140	−0.057	96	00.666	121
130	.4239	135	−0.153	97	00.787	129
140	.4374	124	−0.250	95	00.916	138
150	.4498	111	−0.345	88	01.054	146
160	.4609	96	−0.433	77	01.198	152
170	.4705	75	−0.510	61	01.350	158
180	.4780	54	−0.571	43	01.508	162
190	.4834	33	−0.614	22	01.670	166
200	.4867	9	−0.636	—1	01.836	168
210	.4876	—14	−0.635	24	02.004	167
220	.4862	38	−0.611	45	02.171	165
230	.4824	62	−0.566	64	02.336	162
240	.4762	83	−0.502	79	02.498	156
250	.4679	102	−0.423	91	02.654	150
260	.4577	121	−0.332	97	02.804	142
270	.4456	133	−0.235	100	02.946	134
280	.4323	142	−0.135	98	03.080	126
290	.4181	146	−0.037	93	03.206	118
300	.4035	147	+0.056	85	03.324	110
310	.3888	141	+0.141	76	03.434	103
320	.3747	131	+0.217	65	03.537	97
330	.3616	117	+0.282	53	03.634	91
340	.3499	99	+0.335	42	03.725	87
350	.3400	78	+0.377	31	03.812	83
360	.3322		+0.408		03.895	

T 1854.000 *e* 0.1873
M 122° 5'.5 *a* 2.644
ω 94 0 *μ* 83".76
Ω 293 52
i 11 44.4 *U* 4ª.298

(16) Psyche

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4038		−0.067		00.214	
		19		19		105
10	.4019		−0.086		00.319	
		4		17		104
20	.4015		−0.103		00.423	
		13		14		105
30	.4028		−0.117		00.528	
		28		11		106
40	.4056		−0.128		00.634	
		44		8		107
50	.4100		−0.136		00.741	
		58		4		110
60	.4158		−0.140		00.851	
		71		0		113
70	.4229		−0.140		00.964	
		82		3		118
80	.4311		−0.137		01.082	
		92		8		122
90	.4403		−0.129		01.204	
		99		12		128
100	.4502		−0.117		01.332	
		104		16		134
110	.4606		−0.101		01.466	
		106		20		140
120	.4712		−0.081		01.606	
		104		24		148
130	.4816		−0.057		01.754	
		98		27		154
140	.4914		−0.030		01.908	
		88		28		161
150	.5002		−0.002		02.069	
		76		30		167
160	.5078		+0.028		02.236	
		61		30		173
170	.5139		+0.058		02.409	
		43		29		177
180	.5182		+0.087		02.586	
		22		26		179
190	.5204		+0.113		02.765	
		2		22		181
200	.5206		+0.135		02.946	
		19		18		180
210	.5187		+0.153		03.126	
		38		12		178
220	.5149		+0.165		03.304	
		56		6		173
230	.5093		+0.171		03.477	
		71		0		169
240	.5022		+0.171		03.646	
		85		6		163
250	.4937		+0.165		03.809	
		95		11		156
260	.4842		+0.154		03.965	
		100		15		149
270	.4742		+0.139		04.114	
		103		18		143
280	.4639		+0.121		04.257	
		102		22		136
290	.4537		+0.099		04.393	
		99		23		130
300	.4438		+0.076		04.523	
		94		25		124
310	.4344		+0.051		04.647	
		85		25		119
320	.4259		+0.026		04.766	
		74		25		115
330	.4185		+0.001		04.881	
		63		24		111
340	.4122		−0.023		04.992	
		49		23		109
350	.4073		−0.046		05.101	
		35		21		106
360	.4038		−0.067		05.207	

T 1899.569 *e* 0.1364
M 301° 1'.5 *a* 2.921
ω 226 3 *μ* 72".10
Ω 150 32
i 3 4.5 *U* 4a.993

(17) Thetis

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3917		−0.198		00.498	
		95		26		111
10	.4012		−0.224		00.609	
		92		20		115
20	.4104		−0.244		00.724	
		90		13		121
30	.4194		−0.257		00.845	
		82		5		126
40	.4276		−0.262		00.971	
		70		4		131
50	.4346		−0.258		01.102	
		55		13		134
60	.4401		−0.245		01.236	
		39		21		137
70	.4440		−0.224		01.373	
		21		30		139
80	.4461		−0.194		01.512	
		0		36		140
90	.4461		−0.158		01.652	
		19		42		139
100	.4442		−0.116		01.791	
		39		45		137
110	.4403		−0.071		01.928	
		58		47		134
120	.4345		−0.024		02.062	
		74		46		130
130	.4271		+0.022		02.192	
		87		44		126
140	.4184		+0.066		02.318	
		97		40		120
150	.4087		+0.106		02.438	
		103		34		115
160	.3984		+0.140		02.553	
		105		29		110
170	.3879		+0.169		02.663	
		103		23		104
180	.3776		+0.192		02.767	
		98		15		100
190	.3678		+0.207		02.867	
		91		9		95
200	.3587		+0.216		02.962	
		80		3		92
210	.3507		+0.219		03.054	
		69		3		88
220	.3438		+0.216		03.142	
		56		9		86
230	.3382		+0.207		03.228	
		40		15		84
240	.3342		+0.192		03.312	
		25		19		83
250	.3317		+0.173		03.395	
		10		24		82
260	.3307		+0.149		03.477	
		6		28		82
270	.3313		+0.121		03.559	
		21		31		83
280	.3334		+0.090		03.642	
		35		34		84
290	.3369		+0.056		03.726	
		49		37		86
300	.3418		+0.019		03.812	
		61		38		88
310	.3479		−0.019		03.900	
		72		38		90
320	.3551		−0.057		03.990	
		81		38		93
330	.3632		−0.095		04.083	
		88		37		97
340	.3720		−0.132		04.180	
		94		35		102
350	.3814		−0.167		04.282	
		97		31		106
360	.3917		−0.198		04.388	

T 1904.883 *e* 0.1323
M 127° 25' *a* 2.473
ω 138 17 *μ* 92".54
Ω 125 7
i 5 36.5 *U* 3a.890

(18) Melpomene

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.2550		−0.161		05.307	
		33		44		61
10	.2517		−0.205		05.368	
		11		39		61
20	.2506		−0.244		05.429	
		13		33		60
30	.2519		−0.277		05.489	
		38		26		62
40	.2557		−0.303		05.551	
		63		19		63
50	.2620		−0.322		05.614	
		87		12		65
60	.2707		−0.334		05.679	
		111		3		68
70	.2818		−0.337		05.747	
		132		5		72
80	.2950		−0.332		05.819	
		151		16		77
90	.3101		−0.316		05.896	
		166		25		82
100	.3267		−0.291		05.978	
		176		36		90
110	.3443		−0.255		06.068	
		181		48		97
120	.3624		−0.207		06.165	
		179		59		105
130	.3803		−0.148		06.270	
		168		70		115
140	.3971		−0.078		06.385	
		152		78		123
150	.4123		−0.000		06.508	
		127		82		131
160	.4250		+0.082		06.639	
		96		84		139
170	.4346		+0.166		06.778	
		61		80		143
180	.4407		+0.246		06.921	
		25		73		146
190	.4432		+0.319		07.067	
		13		60		147
200	.4419		+0.379		07.214	
		47		45		144
210	.4372		+0.424		07.358	
		81		28		141
220	.4291		+0.452		07.499	
		108		10		134
230	.4183		+0.462		07.633	
		127		6		127
240	.4056		+0.456		07.760	
		142		22		120
250	.3914		+0.434		07.880	
		152		34		112
260	.3762		+0.400		07.992	
		156		44		104
270	.3606		+0.356		08.096	
		156		52		97
280	.3450		+0.304		08.193	
		154		58		90
290	.3296		+0.246		08.283	
		146		61		84
300	.3150		+0.185		08.367	
		137		62		79
310	.3013		+0.123		08.446	
		125		62		74
320	.2888		+0.061		08.520	
		110		61		71
330	.2778		+0.000		08.591	
		95		57		67
340	.2683		−0.057		08.658	
		76		54		64
350	.2607		−0.111		08.722	
		57		50		63
360	.2550		−0.161		08.785	

T 1854.000 *e* 0.2176
M 80° 5' *a* 2.296
ω 225 1 *μ* 103".51
Ω 150 4
i 10 9.3 *U* 3a.478

l	(19) Fortuna log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3219	45	+0.029	9	98.655	79
10	.3174	29	+0.020	9	98.734	77
20	.3145	11	+0.011	10	98.811	76
30	.3134	7	+0.001	10	98.887	76
40	.3141	24	−0.009	9	98.963	77
50	.3165	42	−0.018	9	99.040	78
60	.3207	59	−0.027	9	99.118	80
70	.3266	74	−0.036	8	99.198	83
80	.3340	88	−0.044	7	99.281	85
90	.3428	100	−0.051	6	99.366	89
100	.3528	110	−0.057	4	99.455	94
110	.3638	116	−0.061	3	99.549	99
120	.3754	120	−0.064	1	99.648	105
130	.3874	121	−0.065	1	99.753	110
140	.3995	117	−0.064	3	99.863	116
150	.4112	109	−0.061	6	99.979	123
160	.4221	96	−0.055	7	00.102	129
170	.4317	81	−0.048	10	00.231	134
180	.4398	61	−0.038	11	00.365	138
190	.4459	39	−0.027	12	00.503	142
200	.4498	15	−0.015	13	00.645	143
210	.4513	9	−0.002	14	00.788	144
220	.4504	34	+0.012	12	00.932	142
230	.4470	57	+0.024	12	01.074	140
240	.4413	77	+0.036	10	01.214	135
250	.4336	94	+0.046	8	01.349	130
260	.4242	107	+0.054	6	01.479	124
270	.4135	115	+0.060	3	01.603	118
280	.4020	120	+0.063	2	01.721	111
290	.3900	120	+0.065	1	01.832	106
300	.3780	117	+0.064	2	01.938	100
310	.3663	112	+0.062	4	02.038	95
320	.3551	102	+0.058	6	02.133	91
330	.3449	91	+0.052	7	02.224	86
340	.3358	77	+0.045	7	02.310	83
350	.3281	62	+0.038	9	02.393	80
360	.3219		+0.029		02.473	

T 1904.169 *e* 0.1576
M 137° 14'.5 *a* 2.443
ω 179 57 *μ* 94°.30
Ω 211 8
i 1 33 *U* 3ª.818

l	(20) Massalia log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3843	110	+0.013	5	97.576	104
10	.3733	108	+0.008	5	97.680	98
20	.3625	103	+0.003	5	97.778	94
30	.3522	93	−0.002	4	97.872	89
40	.3429	83	−0.006	4	97.961	86
50	.3346	71	−0.010	4	98.047	83
60	.3275	57	−0.014	3	98.130	80
70	.3218	42	−0.017	3	98.210	79
80	.3176	25	−0.020	2	98.289	78
90	.3151	9	−0.022	2	98.367	77
100	.3142	7	−0.024	1	98.444	77
110	.3149	24	−0.025	0	98.521	77
120	.3173	40	−0.025	1	98.598	79
130	.3213	55	−0.024	1	98.677	80
140	.3268	70	−0.023	2	98.757	83
150	.3338	82	−0.021	2	98.840	86
160	.3420	93	−0.019	3	98.926	89
170	.3513	101	−0.016	4	99.015	93
180	.3614	108	−0.012	4	99.108	98
190	.3722	110	−0.008	5	99.206	103
200	.3832	110	−0.003	5	99.309	108
210	.3942	106	+0.002	5	99.417	114
220	.4048	98	+0.007	5	99.531	119
230	.4146	86	+0.012	5	99.650	125
240	.4232	72	+0.017	5	99.775	129
250	.4304	54	+0.022	4	99.904	133
260	.4358	34	+0.026	3	00.037	136
270	.4392	12	+0.029	3	00.173	137
280	.4404	10	+0.032	1	00.310	137
290	.4394	32	+0.033	1	00.447	136
300	.4362	52	+0.032	1	00.583	133
310	.4310	70	+0.031	2	00.716	130
320	.4240	85	+0.029	3	00.846	125
330	.4155	97	+0.026	4	00.971	120
340	.4058	106	+0.022	4	01.091	114
350	.3952	109	+0.018	5	01.205	109
360	.3843		+0.013		01.314	

T 1899.241 *e* 0.1443
M 76° 24' *a* 2.409
ω 253 51 *μ* 96°.30
Ω 206 38
i 0 41 *U* 3ª.738

l	(21) Lutetia log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3190	68	−0.111	3	98.082	80
10	.3258	83	−0.108	7	98.162	82
20	.3341	97	−0.101	9	98.244	86
30	.3438	108	−0.092	13	98.330	91
40	.3546	118	−0.079	15	98.421	95
50	.3664	123	−0.064	19	98.516	100
60	.3787	124	−0.045	21	98.616	106
70	.3911	123	−0.024	23	98.722	113
80	.4034	117	−0.001	24	98.835	119
90	.4151	107	+0.023	25	98.954	125
100	.4258	92	+0.048	24	99.079	131
110	.4350	75	+0.072	23	99.210	137
120	.4425	52	+0.095	20	99.347	141
130	.4477	29	+0.115	16	99.488	143
140	.4506	4	+0.131	12	99.631	144
150	.4510	20	+0.143	6	99.775	144
160	.4490	45	+0.149	1	99.919	141
170	.4445	67	+0.150	4	00.060	138
180	.4378	86	+0.146	9	00.198	133
190	.4292	101	+0.137	14	00.331	128
200	.4191	113	+0.123	17	00.459	121
210	.4078	120	+0.106	19	00.580	115
220	.3958	123	+0.087	21	00.695	109
230	.3835	123	+0.066	22	00.804	103
240	.3712	118	+0.044	22	00.907	97
250	.3594	111	+0.022	21	01.004	92
260	.3483	101	+0.001	20	01.096	88
270	.3382	89	−0.019	19	01.184	84
280	.3293	74	−0.038	18	01.268	81
290	.3219	58	−0.056	15	01.349	78
300	.3161	41	−0.071	13	01.427	76
310	.3120	23	−0.084	11	01.503	76
320	.3097	4	−0.095	8	01.579	76
330	.3093	14	−0.103	5	01.655	75
340	.3107	33	−0.108	3	01.730	77
350	.3140	50	−0.111	0	01.807	76
360	.3190		−0.111		01.883	

T 1853.003 *e* 0.1621
M 74° 20' *a* 2.436
ω 246 30 *μ* 94°.72
Ω 80 28
i 3 5.2 *U* 3ª.801

l	(22) Kalliope log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(23) Thalia log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(24) Themis log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4279	38	−0.600	59	96.732	120	.4501	163	−0.470	56	99.100	137	.5372	77	−0.028	8	95.318	185
10	.4241	28	−0.541	73	96.852	117	.4338	170	−0.414	65	99.237	127	.5295	89	−0.020	8	95.503	178
20	.4213	17	−0.468	86	96.969	117	.4168	169	−0.349	71	99.364	117	.5206	97	−0.012	8	95.681	171
30	.4196	8	−0.382	96	97.086	116	.3999	167	−0.278	75	99.481	109	.5109	103	−0.004	7	95.852	163
40	.4188	1	−0.286	104	97.202	116	.3832	161	−0.203	75	99.590	101	.5006	103	+0.003	8	96.015	155
50	.4187	4	−0.182	109	97.318	116	.3671	149	−0.128	73	99.691	94	.4903	104	+0.011	6	96.170	148
60	.4191	9	−0.073	112	97.434	116	.3522	136	−0.055	70	99.785	88	.4799	98	+0.017	6	96.318	141
70	.4200	13	+0.039	111	97.550	117	.3386	121	+0.015	66	99.873	83	.4701	91	+0.023	5	96.459	135
80	.4213	18	+0.150	108	97.667	117	.3265	102	+0.081	60	99.956	79	.4610	81	+0.028	4	96.594	130
90	.4231	24	+0.258	101	97.784	119	.3163	80	+0.141	54	00.035	75	.4529	70	+0.032	3	96.724	126
100	.4255	30	+0.359	92	97.903	120	.3083	58	+0.195	48	00.110	73	.4459	57	+0.035	2	96.850	122
110	.4285	37	+0.451	80	98.023	122	.3025	33	+0.243	40	00.183	72	.4402	43	+0.037	1	96.972	119
120	.4322	46	+0.531	67	98.145	125	.2992	8	+0.283	34	00.255	71	.4359	28	+0.038	0	97.091	117
130	.4368	54	+0.598	50	98.270	127	.2984	20	+0.317	26	00.326	71	.4331	12	+0.038	1	97.208	116
140	.4422	64	+0.648	34	98.397	131	.3004	48	+0.343	18	00.397	72	.4319	4	+0.037	3	97.324	116
150	.4486	72	+0.682	15	98.528	135	.3052	74	+0.361	9	00.469	74	.4323	20	+0.034	3	97.440	116
160	.4558	78	+0.697	6	98.663	140	.3126	100	+0.370	0	00.543	77	.4343	35	+0.031	4	97.556	118
170	.4636	80	+0.691	27	98.803	145	.3226	125	+0.370	9	00.620	82	.4378	49	+0.027	4	97.674	121
180	.4716	81	+0.664	49	98.948	151	.3351	148	+0.361	20	00.702	86	.4427	63	+0.023	6	97.795	124
190	.4797	76	+0.615	70	99.099	156	.3499	166	+0.341	30	00.788	94	.4490	75	+0.017	6	97.919	127
200	.4873	67	+0.545	91	99.255	160	.3665	181	+0.311	43	00.882	101	.4565	86	+0.011	7	98.046	132
210	.4940	54	+0.454	109	99.415	167	.3846	190	+0.268	55	00.983	110	.4651	95	+0.004	7	98.178	138
220	.4994	36	+0.345	123	99.582	170	.4036	193	+0.213	67	01.093	120	.4746	100	−0.003	8	98.316	145
230	.5030	14	+0.222	133	99.752	171	.4229	190	+0.146	78	01.213	131	.4846	104	−0.011	7	98.461	151
240	.5044	8	+0.089	136	99.923	172	.4419	176	+0.068	88	01.344	143	.4950	104	−0.018	7	98.612	159
250	.5036	31	−0.047	133	00.095	170	.4595	156	−0.020	93	01.487	155	.5054	101	−0.025	7	98.771	166
260	.5005	51	−0.180	124	00.265	167	.4751	131	−0.113	96	01.642	165	.5155	94	−0.032	6	98.937	174
270	.4954	68	−0.304	111	00.432	163	.4882	98	−0.209	93	01.807	173	.5249	84	−0.038	5	99.111	181
280	.4886	80	−0.415	93	00.595	157	.4980	60	−0.302	84	01.980	181	.5333	70	−0.043	4	99.292	188
290	.4806	88	−0.508	74	00.752	151	.5040	22	−0.386	70	02.161	183	.5403	55	−0.047	2	99.480	194
300	.4718	89	−0.582	53	00.903	145	.5062	16	−0.456	53	02.344	184	.5458	36	−0.049	0	99.674	197
310	.4629	87	−0.635	32	01.048	139	.5046	54	−0.509	32	02.528	181	.5494	16	−0.049	1	99.871	200
320	.4542	81	−0.667	11	01.187	134	.4992	88	−0.541	11	02.709	175	.5510	6	−0.048	3	00.071	200
330	.4461	72	−0.678	8	01.321	129	.4904	115	−0.552	10	02.884	167	.5504	25	−0.045	4	00.271	199
340	.4389	60	−0.670	26	01.450	126	.4789	136	−0.542	28	03.051	158	.5479	45	−0.041	6	00.470	196
350	.4329	50	−0.644	44	01.576	122	.4653	152	−0.514	44	03.209	148	.5434	62	−0.035	7	00.666	191
360	.4279		−0.600		01.698		.4501		−0.470		03.357		.5372		−0.028		00.857	

(22) Kalliope				(23) Thalia				(24) Themis			
T	1898.751	e	0.0979	T	1900.007	e	0.2343	T	1897.984	e	0.1364
M	96° 35′	a	2.911	M	337° 2′	a	2.6265	M	40° 55′	a	3.130
ω	351 57	μ	72°.48	ω	56 0	μ	84°.56	ω	106 59	μ	65°.00
Ω	66 33			Ω	67 50			Ω	35 39		
i	13 43.6	U	4ª.966	i	10 13.0	U	4ª.257	i	0 48	U	5ª.539

(25) Phocaea

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2822	200	+0.427	101	98.859	76
10	.3022	213	+0.326	121	98.935	85
20	.3235	214	+0.205	140	99.020	93
30	.3449	206	+0.065	157	99.113	102
40	.3655	190	−0.092	169	99.215	112
50	.3845	168	−0.261	173	99.327	122
60	.4013	140	−0.434	168	99.449	131
70	.4153	115	−0.602	156	99.580	138
80	.4268	87	−0.758	135	99.718	146
90	.4355	59	−0.893	105	99.864	150
100	.4414	36	−0.998	72	00.014	154
110	.4450	15	−1.070	35	00.168	155
120	.4465	6	−1.105	4	00.323	156
130	.4459	28	−1.101	43	00.479	155
140	.4431	48	−1.058	79	00.634	152
150	.4383	73	−0.979	112	00.786	147
160	.4310	96	−0.867	138	00.933	142
170	.4214	122	−0.729	157	01.075	135
180	.4092	150	−0.572	169	01.210	127
190	.3942	172	−0.403	171	01.337	118
200	.3770	191	−0.232	165	01.455	109
210	.3579	206	−0.067	154	01.564	99
220	.3373	211	+0.087	136	01.663	90
230	.3162	207	+0.223	117	01.753	81
240	.2955	195	+0.340	97	01.834	74
250	.2760	173	+0.437	78	01.908	68
260	.2587	144	+0.515	60	01.976	64
270	.2443	113	+0.575	43	02.040	60
280	.2330	74	+0.618	28	02.100	57
290	.2256	34	+0.646	13	02.157	56
300	.2222	6	+0.659	1	02.213	55
310	.2228	46	+0.658	14	02.268	56
320	.2274	86	+0.644	30	02.324	58
330	.2360	123	+0.614	45	02.382	61
340	.2483	155	+0.569	62	02.443	65
350	.2638	184	+0.507	80	02.508	70
360	.2822		+0.427		02.578	

T 1898.586 e 0.2530
M 7° 21.′6 a 2.4005
ω 88 49.5 μ 96.″80
Ω 214 14
i 21 36.7 U 3.ᵃ719

(26) Proserpina

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4419	56	−0.125	22	98.222	133
10	.4475	49	−0.103	25	98.355	137
20	.4524	38	−0.078	29	98.492	138
30	.4562	27	−0.049	30	98.630	141
40	.4589	14	−0.019	32	98.771	143
50	.4603	2	+0.013	31	98.914	143
60	.4605	12	+0.044	30	99.057	143
70	.4593	25	+0.074	27	99.200	141
80	.4568	36	+0.101	23	99.341	139
90	.4532	45	+0.124	19	99.480	137
100	.4487	54	+0.143	14	99.617	134
110	.4433	60	+0.157	8	99.751	130
120	.4373	64	+0.165	4	99.881	127
130	.4309	66	+0.169	2	00.008	123
140	.4243	66	+0.167	7	00.131	119
150	.4177	63	+0.160	12	00.250	116
160	.4114	60	+0.148	16	00.366	113
170	.4054	54	+0.132	19	00.479	109
180	.4000	47	+0.113	21	00.588	107
190	.3953	40	+0.092	24	00.695	104
200	.3913	31	+0.068	26	00.799	103
210	.3882	22	+0.042	26	00.902	102
220	.3860	12	+0.016	27	01.004	101
230	.3848	2	−0.011	26	01.105	101
240	.3846	8	−0.037	25	01.206	101
250	.3854	18	−0.062	24	01.307	102
260	.3872	28	−0.086	21	01.409	102
270	.3900	38	−0.107	19	01.511	104
280	.3938	45	−0.126	15	01.615	106
290	.3983	53	−0.141	12	01.721	109
300	.4036	59	−0.153	7	01.830	111
310	.4095	64	−0.160	3	01.941	115
320	.4159	66	−0.163	2	02.056	118
330	.4225	67	−0.161	7	02.174	122
340	.4292	65	−0.154	12	02.296	126
350	.4357	62	−0.142	17	02.422	129
360	.4419		−0.125		02.551	

T 1853.444 e 0.0873
M 351° 6′ a 2.656
ω 190 30 μ 83.″16
Ω 45 55
i 3 35.8 U 4.ᵃ329

(27) Euterpe

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3544	127	−0.063	2	96.600	92
10	.3417	120	−0.061	4	96.692	86
20	.3297	109	−0.057	5	96.778	82
30	.3188	95	−0.052	6	96.860	78
40	.3093	80	−0.046	7	96.938	75
50	.3013	62	−0.039	8	97.013	73
60	.2951	44	−0.031	9	97.086	71
70	.2907	25	−0.022	9	97.157	70
80	.2882	6	−0.013	9	97.227	69
90	.2876	14	−0.004	10	97.296	69
100	.2890	33	+0.006	9	97.365	70
110	.2923	51	+0.015	9	97.435	72
120	.2974	69	+0.024	9	97.507	74
130	.3043	86	+0.033	8	97.581	76
140	.3129	101	+0.041	8	97.657	79
150	.3230	114	+0.049	6	97.736	84
160	.3344	123	+0.055	5	97.820	88
170	.3467	129	+0.060	4	97.908	94
180	.3596	134	+0.064	1	98.002	100
190	.3730	133	+0.065	0	98.102	106
200	.3863	128	+0.065	2	98.208	112
210	.3991	118	+0.063	5	98.320	119
220	.4109	103	+0.058	7	98.439	125
230	.4212	84	+0.051	9	98.564	131
240	.4296	61	+0.042	11	98.695	134
250	.4357	36	+0.031	13	98.829	137
260	.4393	8	+0.018	13	98.966	140
270	.4401	19	+0.005	13	99.106	141
280	.4382	46	−0.008	13	99.247	137
290	.4336	71	−0.021	12	99.384	134
300	.4265	93	−0.033	10	99.518	128
310	.4172	110	−0.043	8	99.646	123
320	.4062	122	−0.051	6	99.769	117
330	.3940	130	−0.057	4	99.886	110
340	.3810	133	−0.061	2	99.996	103
350	.3677	133	−0.063	0	00.099	97
360	.3544		−0.063		00.196	

T 1873.014 e 0.1739
M 90° 32′ a 2.347
ω 354 8 μ 100.″12
Ω 93 51
i 1 35.5 U 3.ᵃ596

(28) Bellona

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4706		−0.283		03.255	
		117		56		146
10	.4589		−0.339		03.401	
		122		42		138
20	.4467		−0.381		03.539	
		123		28		130
30	.4344		−0.409		03.669	
		119		14		122
40	.4225		−0.423		03.791	
		110		2		117
50	.4115		−0.425		03.908	
		101		10		111
60	.4014		−0.415		04.019	
		87		21		106
70	.3927		−0.394		04.125	
		73		31		102
80	.3854		−0.363		04.227	
		57		40		100
90	.3797		−0.323		04.327	
		41		47		98
100	.3756		−0.276		04.425	
		25		54		95
110	.3731		−0.222		04.520	
		10		60		95
120	.3721		−0.162		04.615	
		6		64		95
130	.3727		−0.098		04.710	
		20		67		96
140	.3747		−0.031		04.806	
		34		68		97
150	.3781		+0.037		04.903	
		47		69		98
160	.3828		+0.106		05.001	
		59		68		101
170	.3887		+0.174		05.102	
		71		64		104
180	.3958		+0.238		05.206	
		82		60		108
190	.4040		+0.298		05.314	
		91		54		112
200	.4131		+0.352		05.426	
		100		46		118
210	.4231		+0.398		05.544	
		106		36		123
220	.4337		+0.434		05.667	
		111		25		129
230	.4448		+0.459		05.796	
		110		11		136
240	.4558		+0.470		05.932	
		109		3		143
250	.4667		+0.467		06.075	
		103		19		150
260	.4770		+0.448		06.225	
		92		35		157
270	.4862		+0.413		06.382	
		77		51		163
280	.4939		+0.362		06.545	
		56		66		168
290	.4995		+0.296		06.713	
		34		77		172
300	.5029		+0.219		06.885	
		7		86		174
310	.5036		+0.133		07.059	
		19		91		173
320	.5017		+0.042		07.232	
		46		91		171
330	.4971		−0.049		07.403	
		69		87		166
340	.4902		−0.136		07.569	
		90		79		160
350	.4812		−0.215		07.729	
		106		68		153
360	.4706		−0.283		07.882	

T 1903.843 e 0.1501
M 295° 51′ a 2.777
ω 340 42 μ 77″.80
Ω 144 34
i 9 23.2 U 4ʲ.627

(29) Amphitrite

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3876		+0.013		01.183	
		43		45		103
10	.3833		+0.058		01.286	
		38		42		102
20	.3795		+0.100		01.388	
		32		39		100
30	.3763		+0.139		01.488	
		24		34		99
40	.3739		+0.173		01.587	
		15		29		98
50	.3724		+0.202		01.685	
		6		23		97
60	.3718		+0.225		01.782	
		5		17		97
70	.3723		+0.242		01.879	
		15		10		97
80	.3738		+0.252		01.976	
		25		3		99
90	.3763		+0.255		02.075	
		34		4		100
100	3797		+0.251		02.175	
		42		12		102
110	.3839		+0.239		02.277	
		49		19		104
120	.3888		+0.220		02.381	
		55		25		106
130	.3943		+0.195		02.487	
		59		33		109
140	.4002		+0.162		02.596	
		60		38		112
150	.4062		+0.124		02.708	
		59		43		115
160	.4121		+0.081		02.823	
		57		46		118
170	.4178		+0.035		02.941	
		52		49		122
180	.4230		−0.014		03.063	
		46		50		124
190	.4276		−0.064		03.187	
		37		49		127
200	.4313		−0.113		03.314	
		27		45		129
210	.4340		−0.158		03.443	
		18		41		130
220	.4358		−0.199		03.573	
		8		35		130
230	.4366		−0.234		03.703	
		2		27		131
240	.4364		−0.261		03.834	
		12		18		130
250	.4352		−0.279		03.964	
		20		9		130
260	.4332		−0.288		04.094	
		29		0		128
270	.4303		−0.288		04.222	
		35		9		126
280	.4268		−0.279		04.348	
		42		18		124
290	.4226		−0.261		04.472	
		46		25		122
300	.4180		−0.236		04.594	
		49		33		119
310	.4131		−0.203		04.713	
		51		38		116
320	.4080		−0.165		04.829	
		53		42		113
330	.4027		−0.123		04.942	
		52		44		111
340	.3975		−0.079		05.053	
		51		46		108
350	.3924		−0.033		05.161	
		48		46		105
360	.3876		+0.013		05.266	

T 1854.999 e 0.0742
M 198° 2′ a 2.554
ω 59 42 μ 88″.16
Ω 357 5
i 6 7.2 U 4ʲ.083

(30) Urania

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3218		+0.060		98.666	
		39		7		79
10	.3179		+0.067		98.745	
		26		5		79
20	.3153		+0.072		98.824	
		11		3		78
30	.3142		+0.075		98.902	
		4		1		78
40	.3146		+0.076		98.980	
		20		2		78
50	.3166		+0.074		99.058	
		34		3		78
60	.3200		+0.071		99.136	
		48		5		80
70	.3248		+0.066		99.216	
		61		7		83
80	.3309		+0.059		99.299	
		72		10		85
90	.3381		+0.049		99.384	
		82		11		88
100	.3463		+0.038		99.472	
		90		12		91
110	.3553		+0.026		99.563	
		95		14		96
120	.3648		+0.012		99.659	
		97		15		100
130	.3745		−0.003		99.759	
		97		15		105
140	.3842		−0.018		99.864	
		93		16		109
150	.3935		−0.034		99.973	
		87		15		114
160	.4022		−0.049		00.087	
		78		14		118
170	.4100		−0.063		00.205	
		65		12		123
180	.4165		−0.075		00.328	
		49		10		125
190	.4214		−0.085		00.453	
		32		8		128
200	.4246		−0.093		00.581	
		12		4		129
210	.4258		−0.097		00.710	
		6		0		130
220	.4252		−0.097		00.840	
		24		2		129
230	.4228		−0.095		00.969	
		42		6		126
240	.4186		−0.089		01.095	
		60		8		124
250	.4126		−0.081		01.219	
		73		11		120
260	.4053		−0.070		01.339	
		83		13		116
270	.3970		−0.057		01.455	
		91		15		111
280	.3879		−0.042		01.566	
		96		15		106
290	.3783		−0.027		01.672	
		97		15		102
300	.3686		−0.012		01.774	
		96		15		97
310	.3590		+0.003		01.871	
		92		14		93
320	.3498		+0.017		01.964	
		85		13		90
330	.3413		+0.030		02.054	
		77		12		86
340	.3336		+0.042		02.140	
		65		10		83
350	.3271		+0.052		02.223	
		53		8		81
360	.3218		+0.060		02.304	

T 1890.427 e 0.1279
M 239° 52′ a 2.3655
ω 83 43 μ 98″.94
Ω 308 15
i 2 6 U 3ʲ.638

(31) Euphrosyne

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4702	108	−0.773	242	99.221	153
10	.4594	124	−0.531	247	99.374	145
20	.4470	138	−0.284	243	99.519	136
30	.4332	152	−0.041	228	99.655	127
40	.4180	156	+0.187	207	99.782	119
50	.4024	153	+0.394	181	99.901	111
60	.3871	139	+0.575	153	00.012	103
70	.3732	118	+0.728	126	00.115	97
80	.3614	87	+0.854	100	00.212	93
90	.3527	51	+0.954	76	00.305	90
100	.3476	10	+1.030	53	00.395	89
110	.3466	32	+1.083	31	00.484	89
120	.3498	77	+1.114	8	00.573	91
130	.3575	122	+1.122	14	00.664	96
140	.3697	163	+1.108	42	00.760	102
150	.3860	198	+1.066	71	00.862	111
160	.4058	227	+0.995	106	00.973	122
170	.4285	246	+0.889	145	01.095	137
180	.4531	251	+0.744	189	01.232	153
190	.4782	239	+0.555	233	01.385	172
200	.5021	212	+0.322	271	01.557	191
210	.5233	163	+0.051	298	01.748	208
220	.5396	111	−0.247	307	01.956	222
230	.5507	61	−0.554	295	02.178	231
240	.5568	12	−0.849	265	02.409	236
250	.5580	32	−1.114	219	02.645	234
260	.5548	62	−1.333	164	02.879	228
270	.5486	81	−1.497	108	03.107	222
280	.5405	91	−1.605	52	03.329	213
290	.5314	94	−1.657	2	03.542	203
300	.5220	92	−1.655	51	03.745	196
310	.5128	87	−1.604	95	03.941	187
320	.5041	82	−1.509	136	04.128	180
330	.4959	79	−1.373	172	04.308	174
340	.4880	83	−1.201	201	04.482	166
350	.4797	95	−1.000	227	04.648	160
360	.4702		−0.773		04.808	

T 1899.789 *e* 0.2228
M 327° 7′ *a* 3.148
ω 60 24 *μ* 64°43
Ω 31 45
i 26 28.0 *U* 5ª587

(32) Pomona

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4455	13	+0.174	37	00.103	136
10	.4468	1	+0.137	42	00.239	137
20	.4469	12	+0.095	45	00.376	136
30	.4457	24	+0.050	47	00.512	135
40	.4433	36	+0.003	46	00.647	133
50	.4397	47	−0.043	43	00.780	130
60	.4350	55	−0.086	40	00.910	128
70	.4295	61	−0.126	35	01.038	124
80	.4234	64	−0.161	29	01.162	120
90	.4170	66	−0.190	22	01.282	117
100	.4104	65	−0.212	15	01.399	114
110	.4039	62	−0.227	9	01.513	110
120	.3977	58	−0.236	0	01.623	107
130	.3919	51	−0.236	5	01.730	105
140	.3868	42	−0.231	12	01.835	102
150	.3826	34	−0.219	19	01.937	101
160	.3792	24	−0.200	23	02.038	100
170	.3768	15	−0.177	28	02.138	98
180	.3753	5	−0.149	33	02.236	97
190	.3748	4	−0.116	36	02.333	98
200	.3752	13	−0.080	38	02.431	99
210	.3765	22	−0.042	39	02.530	99
220	.3787	30	−0.003	40	02.629	100
230	.3817	38	+0.037	40	02.729	102
240	.3855	45	+0.077	38	02.831	104
250	.3900	50	+0.115	36	02.935	106
260	.3950	54	+0.151	32	03.041	109
270	.4004	58	+0.183	27	03.150	111
280	.4062	60	+0.210	22	03.261	115
290	.4122	61	+0.232	15	03.376	118
300	.4183	59	+0.247	8	03.494	121
310	.4242	56	+0.255	0	03.615	125
320	.4298	51	+0.255	8	03.740	128
330	.4349	45	+0.247	17	03.868	130
340	.4394	36	+0.230	24	03.998	133
350	.4430	25	+0.206	32	04.131	134
360	.4455		+0.174		04.265	

T 1855.012 *e* 0.0830
M 223° 55′ *a* 2.587
ω 332 39 *μ* 86°50
Ω 220 43
i 5 28.8 *U* 4ª162

(33) Polyhymnia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2833	73	−0.010	11	98.250	65
10	.2906	104	+0.001	12	98.315	68
20	.3010	135	+0.013	12	98.383	72
30	.3145	165	+0.025	12	98.455	77
40	.3310	193	+0.037	12	98.532	84
50	.3503	219	+0.049	12	98.616	92
60	.3722	240	+0.061	12	98.708	102
70	.3962	257	+0.073	11	98.810	115
80	.4219	269	+0.084	9	98.925	130
90	.4488	271	+0.093	7	99.055	147
100	.4759	264	+0.100	5	99.202	166
110	.5023	244	+0.105	0	99.368	186
120	.5267	216	+0.105	3	99.554	208
130	.5483	171	+0.102	9	99.762	227
140	.5654	118	+0.093	13	99.989	243
150	.5772	56	+0.080	18	00.232	253
160	.5828	11	+0.062	20	00.485	255
170	.5817	77	+0.042	22	00.740	250
180	.5740	138	+0.020	22	00.990	238
190	.5602	186	−0.002	20	01.228	221
200	.5416	226	−0.022	17	01.449	201
210	.5190	254	−0.039	14	01.650	179
220	.4936	268	−0.053	11	01.829	159
230	.4668	270	−0.064	8	01.988	141
240	.4398	266	−0.072	4	02.129	125
250	.4132	254	−0.076	1	02.254	110
260	.3878	233	−0.077	1	02.364	98
270	.3645	211	−0.076	2	02.462	89
280	.3434	185	−0.074	4	02.551	81
290	.3249	155	−0.070	6	02.632	75
300	.3094	125	−0.064	7	02.707	71
310	.2969	94	−0.057	8	02.778	67
320	.2875	60	−0.049	9	02.845	64
330	.2815	27	−0.040	9	02.909	64
340	.2788	7	−0.031	10	02.973	63
350	.2795	38	−0.021	11	03.036	63
360	.2833		−0.010		03.099	

T 1899.999 *e* 0.3369
M 137° 41′ *a* 2.865
ω 334 10 *μ* 74°24
Ω 9 8
i 1 55.5 *U* 4ª849

(34) Circe

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4670	49	+0.024	49	01.428	145
10	.4621	61	−0.025	46	01.573	142
20	.4560	71	−0.071	43	01.715	138
30	.4489	79	−0.114	38	01.853	133
40	.4410	83	−0.152	31	01.986	128
50	.4327	83	−0.183	25	02.114	123
60	.4244	82	−0.208	18	02.237	119
70	.4162	79	−0.226	10	02.356	114
80	.4083	71	−0.236	3	02.470	110
90	.4012	63	−0.239	3	02.580	107
100	.3949	54	−0.236	10	02.687	104
110	.3895	41	−0.226	16	02.791	102
120	.3854	30	−0.210	22	02.893	101
130	.3824	18	−0.188	26	02.994	99
140	.3806	4	−0.162	31	03.093	98
150	.3802	6	−0.131	35	03.191	99
160	.3808	17	−0.096	37	03.290	99
170	.3825	31	−0.059	39	03.389	100
180	.3856	41	−0.020	41	03.489	103
190	.3897	50	+0.021	41	03.592	104
200	.3947	59	+0.062	40	03.696	106
210	.4006	65	+0.102	38	03.802	110
220	.4071	71	+0.140	36	03.912	113
230	.4142	75	+0.176	31	04.025	118
240	.4217	78	+0.207	26	04.143	122
250	.4295	77	+0.233	19	04.265	126
260	.4372	75	+0.252	13	04.391	130
270	.4447	71	+0.265	4	04.521	136
280	.4518	64	+0.269	4	04.657	139
290	.4582	55	+0.265	14	04.796	143
300	.4637	43	+0.251	22	04.939	146
310	.4680	29	+0.229	30	05.085	149
320	.4709	14	+0.199	37	05.234	150
330	.4723	2	+0.162	43	05.384	151
340	.4721	17	+0.119	47	05.535	150
350	.4704	34	+0.072	48	05.685	148
360	.4670		+0.024		05.833	

T 1897.929 e 0.1058
M 288°25′ a 2.687
ω 326 55 μ 81″.74
Ω 184 50
i 5 27.4 U 4a.405

(35) Leukothea

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5548	64	+0.040	90	98.965	217
10	.5612	26	+0.130	86	99.182	221
20	.5638	13	+0.216	79	99.403	222
30	.5625	51	+0.295	66	99.625	218
40	.5574	85	+0.361	50	99.843	212
50	.5489	115	+0.411	33	00.055	203
60	.5374	136	+0.444	16	00.258	191
70	.5238	153	+0.460	1	00.449	179
80	.5085	161	+0.459	16	00.628	166
90	.4924	165	+0.443	29	00.794	154
100	.4759	163	+0.414	39	00.948	142
110	.4596	158	+0.375	47	01.090	133
120	.4438	149	+0.328	54	01.223	124
130	.4289	135	+0.274	58	01.347	115
140	.4154	122	+0.216	60	01.462	110
150	.4032	105	+0.156	61	01.572	103
160	.3927	86	+0.095	61	01.675	99
170	.3841	67	+0.034	60	01.774	96
180	.3774	46	−0.026	58	01.870	93
190	.3728	24	−0.084	54	01.963	92
200	.3704	3	−0.138	51	02.055	91
210	.3701	21	−0.189	47	02.146	92
220	.3722	43	−0.236	40	02.238	93
230	.3765	67	−0.276	35	02.331	95
240	.3832	90	−0.311	29	02.426	99
250	.3922	110	−0.340	20	02.525	103
260	.4032	131	−0.360	12	02.628	110
270	.4163	149	−0.372	1	02.738	116
280	.4312	162	−0.373	9	02.854	126
290	.4474	173	−0.364	20	02.980	135
300	.4647	177	−0.344	34	03.115	147
310	.4824	177	−0.310	47	03.262	159
320	.5001	168	−0.263	60	03.421	172
330	.5169	151	−0.203	72	03.593	186
340	.5320	129	−0.131	82	03.779	198
350	.5449	99	−0.049	89	03.977	209
360	.5548		+0.040		04.186	

T 1904.829 e 0.2194
M 189°16′ a 3.0095
ω 207 50 μ 68″.96
Ω 355 35
i 8 7.5 U 5a.221

(36) Atalante

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3133	128	+0.011	116	01.343	76
10	.3005	111	+0.127	107	01.419	72
20	.2894	87	+0.234	97	01.491	69
30	.2807	61	+0.331	85	01.560	66
40	.2746	32	+0.416	74	01.626	66
50	.2714	2	+0.490	61	01.692	64
60	.2716	35	+0.551	50	01.756	65
70	.2751	74	+0.601	38	01.821	67
80	.2825	111	+0.639	25	01.888	70
90	.2936	150	+0.664	11	01.958	74
100	.3086	185	+0.675	5	02.032	80
110	.3271	218	+0.670	23	02.112	87
120	.3489	247	+0.647	43	02.199	98
130	.3736	267	+0.604	68	02 297	110
140	.4003	279	+0.536	96	02.407	126
150	.4282	278	+0.440	124	02.533	141
160	.4560	260	+0.316	154	02.674	161
170	.4820	230	+0.162	179	02.835	180
180	.5050	185	−0.017	196	03.015	199
190	.5235	128	−0.213	201	03.214	213
200	.5363	65	−0.414	191	03.427	223
210	.5428	1	−0.605	166	03.650	227
220	.5429	57	−0.771	132	03.877	223
230	.5372	107	−0.903	88	04.100	215
240	.5265	146	−0.991	46	04.315	203
250	.5119	172	−1.037	5	04.518	188
260	.4947	189	−1.042	32	04.706	173
270	.4758	198	−1.010	62	04.879	159
280	.4560	202	−0.948	87	05.038	145
290	.4358	198	−0.861	106	05.183	131
300	.4160	193	−0.755	118	05.314	120
310	.3967	187	−0.637	128	05.434	111
320	.3780	178	−0.509	132	05.545	101
330	.3602	168	−0.377	133	05.646	94
340	.3434	158	−0.244	130	05.740	87
350	.3276	143	−0.114	125	05.827	81
360	.3133		+0.011		05.908	

T 1899.350 e 0.2996
M 179°27′ a 2.752
ω 44 26 μ 78″.86
Ω 359 7
i 18 39.7 U 4a.565

l	(37) **Fides**						(38) **Leda**						(39) **Laetitia**					
	log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*		log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*		log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*	
0°	.3803		−0.018		98.649		.4395		+0.301		00.175		.3902		−0.173		00.206	
		109		23		97		121		12		126		7		69		103
10	.3694		+0.005		98.746		.4274		+0.313		00.301		.3895		−0.242		00.309	
		95		21		94		118		3		119		5		62		103
20	.3599		+0.026		98.840		.4156		+0.316		00.420		.3900		−0.304		00.412	
		80		19		90		110		6		113		16		54		103
30	.3519		+0.045		98.930		.4046		+0.310		00.533		.3916		−0.358		00.515	
		64		19		86		100		15		108		30		45		104
40	.3455		+0.064		99.016		.3946		+0.295		00.641		.3946		−0.403		00.619	
		45		16		84		88		23		103		44		35		106
50	.3410		+0.080		99.100		.3858		+0.272		00.744		.3990		−0.438		00.725	
		25		13		84		74		29		100		56		23		109
60	.3385		+0.093		99.184		.3784		+0.243		00.844		.4046		−0.461		00.834	
		5		11		82		58		34		96		69		11		112
70	.3380		+0.104		99.266		.3726		+0.209		00.940		.4115		−0.472		00.946	
		14		9		83		43		39		94		80		3		115
80	.3394		+0.113		99.349		.3683		+0.170		01.034		.4195		−0.469		01.061	
		34		5		84		26		44		93		88		16		120
90	.3428		+0.118		99.433		.3657		+0.126		01.127		.4283		−0.453		01.181	
		52		3		85		11		46		92		93		31		126
100	.3480		+0.121		99.518		.3646		+0.080		01.219		.4376		−0.422		01.307	
		71		1		88		6		48		92		96		45		131
110	.3551		+0.120		99.606		.3652		+0.032		01.311		.4472		−0.377		01.438	
		87		4		91		23		50		92		94		59		137
120	.3638		+0.116		99.697		.3675		−0.018		01.403		.4566		−0.318		01.575	
		103		7		95		38		49		94		88		72		143
130	.3741		+0.109		99.792		.3713		−0.067		01.497		.4654		−0.246		01.718	
		116		11		100		52		49		96		78		83		148
140	.3857		+0.098		99.892		.3765		−0.116		01.593		.4732		−0.163		01.866	
		126		15		106		67		47		98		63		92		153
150	.3983		+0.083		99.998		.3832		−0.163		01.691		.4795		−0.071		02.019	
		132		18		112		79		44		101		46		96		157
160	.4115		+0.065		00.110		.3911		−0.207		01.792		.4841		+0.025		02.176	
		135		21		119		90		40		106		26		97		160
170	.4250		+0.044		00.229		.4001		−0.247		01.898		.4867		+0.122		02.336	
		134		24		127		101		34		111		5		94		161
180	.4384		+0.020		00.356		.4102		−0.281		02.009		.4872		+0.216		02.497	
		128		26		135		111		28		116		14		86		160
190	.4512		−0.006		00.491		.4213		−0.309		02.125		.4858		+0.302		02.657	
		118		27		143		116		20		123		33		74		159
200	.4630		−0.033		00.634		.4329		−0.329		02.248		.4825		+0.376		02.816	
		102		28		150		117		10		129		49		60		156
210	.4732		−0.061		00.784		.4446		−0.339		02.377		.4776		+0.436		02.972	
		83		26		157		116		1		136		61		45		152
220	.4815		−0.087		00.941		.4562		−0.340		02.513		.4715		+0.481		03.124	
		59		25		162		111		11		143		69		28		147
230	.4874		−0.112		01.103		.4673		−0.329		02.656		.4646		+0.509		03.271	
		34		20		165		101		23		151		75		11		143
240	.4908		−0.132		01.268		.4774		−0.306		02.807		.4571		+0.520		03.414	
		6		16		167		87		35		158		78		6		138
250	.4914		−0.148		01.435		.4861		−0.271		02.965		.4493		+0.514		03.552	
		21		11		166		68		45		163		79		20		132
260	.4893		−0.159		01.601		.4929		−0.226		03.128		.4414		+0.494		03.684	
		48		5		163		48		55		167		77		35		127
270	.4845		−0.164		01.764		.4977		−0.171		03.295		.4337		+0.459		03.811	
		73		2		158		23		61		171		73		47		124
280	.4772		−0.162		01.922		.5000		−0.110		03.466		.4264		+0.412		03.935	
		93		6		155		5		66		171		68		58		120
290	.4679		−0.156		02.077		.4995		−0.044		03.637		.4196		+0.354		04.055	
		110		12		147		29		67		170		63		66		116
300	.4569		−0.144		02.224		.4966		+0.023		03.807		.4133		+0.288		04.171	
		122		16		138		55		66		166		57		73		113
310	.4447		−0.128		02.362		.4911		+0.089		03.973		.4076		+0.215		04.284	
		131		19		131		75		59		161		50		77		111
320	.4316		−0.109		02.493		.4836		+0.148		04.134		.4026		+0.138		04.395	
		133		22		123		94		53		156		43		79		108
330	.4183		−0.087		02.616		.4742		+0.201		04.290		.3983		+0:059		04.503	
		132		23		116		108		43		149		36		79		105
340	.4051		−0.064		02.732		.4634		+0.244		04.439		.3947		−0.020		04.608	
		128		23		109		117		34		141		27		78		104
350	.3923		−0.041		02.841		.4517		+0.278		04.580		.3920		−0.098		04.712	
		120		24		103		122		23		133		18		75		104
360	.3803		−0.017		02.944		.4395		+0.301		04.713		.3902		−0.173		04.816	

(37) Fides: *T* 1904.117, *e* 0.1750; *M* 48° 17′, *a* 2.6425; *ω* 59 42, *μ* 83.82; *Ω* 7 51; *i* 3 6.1, *U* 4ª295

(38) Leda: *T* 1901.646, *e* 0.1546; *M* 31° 52ʹ.5, *a* 2.741; *ω* 166 11, *μ* 79.32; *Ω* 296 29; *i* 6 57.9, *U* 4ª538

(39) Laetitia: *T* 1897.053, *e* 0.1113; *M* 111° 44′, *a* 2.770; *ω* 205 28, *μ* 78.09; *Ω* 157 25; *i* 10 22.2, *U* 4ª610

(40) Harmonia

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3336	3	−0.160	1	98.774	86
10	.3339	9	−0.159	4	98.860	86
20	.3348	15	−0.155	10	98.946	87
30	.3363	20	−0.145	14	99.033	88
40	.3383	26	−0.131	18	99.121	88
50	.3409	30	−0.113	22	99.209	89
60	.3439	33	−0.091	25	99.298	91
70	.3472	35	−0.066	27	99.389	93
80	.3507	35	−0.039	29	99.482	94
90	.3542	35	−0.010	29	99.576	95
100	.3577	34	+0.019	30	99.671	97
110	.3611	32	+0.049	28	99.768	98
120	.3643	28	+0.077	26	99.866	100
130	.3671	24	+0.103	24	99.966	101
140	.3695	20	+0.127	19	00.067	102
150	.3715	14	+0.146	15	00.169	103
160	.3729	8	+0.161	10	00.272	104
170	.3737	3	+0.171	5	00.376	104
180	.3740	2	+0.176	1	00.480	103
190	.3738	8	+0.175	6	00.583	103
200	.3730	14	+0.169	12	00.686	103
210	.3716	19	+0.157	16	00.789	102
220	.3697	23	+0.141	21	00.891	102
230	.3674	27	+0.120	24	00.993	100
240	.3647	31	+0.096	27	01.093	98
250	.3616	33	+0.069	29	01.191	97
260	.3583	35	+0.040	30	01.288	96
270	.3548	35	+0.010	29	01.384	94
280	.3513	35	−0.019	28	01.478	93
290	.3478	33	−0.047	26	01.571	91
300	.3445	30	−0.073	24	01.662	90
310	.3415	27	−0.097	21	01.752	88
320	.3388	22	−0.118	17	01.840	88
330	.3366	16	−0.135	13	01.928	87
340	.3350	10	−0.148	8	02.015	87
350	.3340	4	−0.156	4	02.102	86
360	.3336		−0.160		02.188	

T 1900.553 e 0.0466
M 186° 48′ a 2.267
ω 267 19 μ 105°.44
Ω 93 35
i 4 15.8 U $3^{a}.414$

(41) Daphne

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.5082	148	−0.018	165	99.529	193
10	.5230	100	−0.183	167	99.722	205
20	.5330	47	−0.350	158	99.927	214
30	.5377	5	−0.508	138	00.141	214
40	.5372	55	−0.646	109	00.355	212
50	.5317	98	−0.755	76	00.567	203
60	.5219	130	−0.831	40	00.770	194
70	.5089	155	−0.871	7	00.964	181
80	.4934	172	−0.878	24	01.145	168
90	.4762	180	−0.854	50	01.313	155
100	.4582	183	−0.804	71	01.468	143
110	.4399	181	−0.733	87	01.611	131
120	.4218	176	−0.646	100	01.742	121
130	.4042	170	−0.546	109	01.863	111
140	.3872	160	−0.437	113	01.974	104
150	.3712	150	−0.324	114	02.078	96
160	.3562	137	−0.210	113	02.174	89
170	.3425	122	−0.097	109	02.263	85
180	.3303	107	+0.012	103	02.348	81
190	.3196	87	+0.115	95	02.429	77
200	.3109	65	+0.210	87	02.506	74
210	.3044	42	+0.297	77	02.580	72
220	.3002	14	+0.374	68	02.652	72
230	.2988	14	+0.442	57	02.724	71
240	.3002	45	+0.499	46	02.795	72
250	.3047	78	+0.545	34	02.867	75
260	.3125	110	+0.579	22	02.942	78
270	.3235	142	+0.601	8	03.020	82
280	.3377	172	+0.609	6	03.102	89
290	.3549	198	+0.603	24	03.191	97
300	.3747	220	+0.579	43	03.288	106
310	.3967	233	+0.536	65	03.394	118
320	.4200	240	+0.471	88	03.512	132
330	.4440	235	+0.383	112	03.644	147
340	.4675	218	+0.271	135	03.791	163
350	.4893	189	+0.136	154	03.954	180
360	.5082		−0.018		04.134	

T 1897.765 e 0.2663
M 338° 9′ a 2.768
ω 41 50 μ 78°.18
Ω 178 54.5
i 15 55.6 U $4^{a}.605$

(42) Isis

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.2939	107	−0.295	3	99.157	74
10	.3046	130	−0.292	10	99.231	77
20	.3176	148	−0.282	19	99.308	82
30	.3324	163	−0.263	28	99.390	89
40	.3487	176	−0.235	37	99.479	95
50	.3663	179	−0.198	48	99.574	104
60	.3842	179	−0.150	56	99.678	113
70	.4021	172	−0.094	64	99.791	122
80	.4193	157	−0.030	70	99.913	132
90	.4350	135	+0.040	74	00.045	141
100	.4485	108	+0.114	74	00.186	149
110	.4593	77	+0.188	69	00.335	156
120	.4670	41	+0.257	62	00.491	160
130	.4711	3	+0.319	49	00.651	162
140	.4714	33	+0.368	35	00.813	161
150	.4681	66	+0.403	19	00.974	157
160	.4615	96	+0.422	3	01.131	151
170	.4519	121	+0.425	12	01.282	144
180	.4398	139	+0.413	26	01.426	135
190	.4259	153	+0.387	37	01.561	127
200	.4106	160	+0.350	46	01.688	118
210	.3946	164	+0.304	52	01.806	109
220	.3782	163	+0.252	56	01.915	101
230	.3619	157	+0.196	58	02.016	94
240	.3462	147	+0.138	58	02.110	88
250	.3315	136	+0.080	56	02.198	82
260	.3179	121	+0.024	54	02.280	78
270	.3058	104	−0.030	50	02.358	73
280	.2954	84	−0.080	46	02.431	71
290	.2870	62	−0.126	42	02.502	68
300	.2808	40	−0.168	36	02.570	66
310	.2768	16	−0.204	30	02.636	66
320	.2752	8	−0.234	25	02.702	66
330	.2760	35	−0.259	19	02.768	66
340	.2795	60	−0.278	12	02.834	67
350	.2855	84	−0.290	5	02.901	70
360	.2939		−0.295		02.971	

T 1900.138 e 0.2223
M 119° 9′ a 2.441
ω 234 5 μ 94°.38
Ω 84 20.5
i 8 33.9 U $3^{a}.814$

(43) Ariadne

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3191	126	+0.126	1	00.877	85
10	.3317	129	+0.125	4	00.962	90
20	.3446	128	+0.121	8	01.052	96
30	.3574	124	+0.113	13	01.148	101
40	.3698	116	+0.100	17	01.249	107
50	.3814	101	+0.083	21	01.356	113
60	.3915	82	+0.062	23	01.469	118
70	.3997	61	+0.039	26	01.587	122
80	.4058	36	+0.013	27	01.709	124
90	.4094	10	−0.014	27	01.833	125
100	.4104	18	−0.041	25	01.958	126
110	.4086	43	−0.066	23	02.084	124
120	.4043	68	−0.089	19	02.208	120
130	.3975	89	−0.108	14	02.328	116
140	.3886	104	−0.122	9	02.444	111
150	.3782	117	−0.131	5	02.555	106
160	.3665	124	−0.136	0	02.661	100
170	.3541	129	−0.136	4	02.761	94
180	.3412	127	−0.132	8	02.855	89
190	.3285	122	−0.124	11	02.944	84
200	.3163	116	−0.113	13	03.028	79
210	.3047	105	−0.100	16	03.107	76
220	.2942	91	−0.084	18	03.183	72
230	.2851	77	−0.066	18	03.255	70
240	.2774	61	−0.048	19	03.325	67
250	.2713	45	−0.029	20	03.392	66
260	.2668	26	−0.009	19	03.458	64
270	.2642	7	+0.010	19	03.522	64
280	.2635	11	+0.029	19	03.586	64
290	.2646	30	+0.048	17	03.650	65
300	.2676	48	+0.065	15	03.715	66
310	.2724	64	+0.080	14	03.781	67
320	.2788	81	+0.094	12	03.848	70
330	.2869	96	+0.106	10	03.918	73
340	.2965	108	+0.116	6	03.991	76
350	.3073	118	+0.122	4	04.067	81
360	.3191		+0.126		04.148	

T 1901.036 *e* 0.1675
M 80° 16′ *a* 2.2035
ω 14 0 *μ* 110°.05
Ω 264 44
i 3 27.7 *U* 3ª.271

(44) Nysa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3986	117	−0.122	13	00.498	111
10	.3869	119	−0.135	8	00.609	105
20	.3750	116	−0.143	4	00.714	99
30	.3634	109	−0.147	1	00.813	94
40	.3525	100	−0.146	5	00.907	89
50	.3425	89	−0.141	9	00.996	86
60	.3336	75	−0.132	12	01.082	83
70	.3261	61	−0.120	15	01.165	80
80	.3200	44	−0.105	17	01.245	79
90	.3156	27	−0.088	19	01.324	77
100	.3129	11	−0.069	21	01.401	76
110	.3118	6	−0.048	22	01.477	76
120	.3124	24	−0.026	23	01.553	76
130	.3148	40	−0.003	24	01.629	78
140	.3188	56	+0.021	23	01.707	80
150	.3244	70	+0.044	23	01.787	82
160	.3314	83	+0.067	22	01.869	85
170	.3397	95	+0.089	20	01.954	88
180	.3492	106	+0.109	18	02.042	93
190	.3598	112	+0.127	15	02.135	97
200	.3710	115	+0.142	11	02.232	103
210	.3825	116	+0.153	7	02.335	108
220	.3941	113	+0.160	3	02.443	114
230	.4054	106	+0.163	3	02.557	120
240	.4160	95	+0.160	9	02.677	126
250	.4255	81	+0.151	14	02.803	131
260	.4336	63	+0.137	20	02.934	136
270	.4399	41	+0.117	24	03.070	138
280	.4440	17	+0.093	28	03.208	140
290	.4457	7	+0.065	30	03.348	141
300	.4450	31	+0.035	31	03.489	140
310	.4419	53	+0.004	31	03.629	137
320	.4366	73	−0.027	29	03.766	133
330	.4293	89	−0.056	26	03.899	128
340	.4204	102	−0.082	22	04.027	122
350	.4102	112	−0.104	18	04.149	117
360	.3990		−0.122		04.266	

T 1891.249 *e* 0.1530
M 101° 30′ *a* 2.421
ω 340 32 *μ* 95°.54
Ω 131 15
i 3 42.1 *U* 3ª.768

(45) Eugenia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4540	43	−0.173	48	99.107	139
10	.4583	34	−0.221	42	99.246	142
20	.4617	24	−0.263	34	99.388	144
30	.4641	15	−0.297	24	99.532	145
40	.4656	4	−0.321	13	99.677	145
50	.4660	5	−0.334	3	99.822	145
60	.4655	15	−0.337	8	99.967	145
70	.4640	25	−0.329	19	00.112	144
80	.4615	33	−0.310	28	00.256	141
90	.4582	41	−0.282	37	00.397	139
100	.4541	50	−0.245	44	00.536	136
110	.4491	56	−0.201	50	00.672	134
120	.4435	59	−0.151	53	00.806	130
130	.4376	61	−0.098	54	00.936	126
140	.4315	60	−0.044	54	01.062	123
150	.4255	59	+0.010	53	01.185	119
160	.4196	57	+0.063	49	01.304	116
170	.4139	53	+0.112	44	01.420	113
180	.4086	47	+0.156	39	01.533	111
190	.4039	40	+0.195	33	01.644	108
200	.3999	30	+0.228	26	01.752	106
210	.3969	19	+0.254	19	01.858	105
220	.3950	8	+0.273	11	01.963	105
230	.3942	4	+0.284	3	02.068	104
240	.3946	16	+0.287	5	02.172	105
250	.3962	26	+0.282	13	02.277	106
260	.3988	37	+0.269	21	02.383	108
270	.4025	45	+0.248	28	02.491	110
280	.4070	53	+0.220	36	02.601	112
290	.4123	60	+0.184	41	02.713	115
300	.4183	65	+0.143	47	02.828	119
310	.4248	65	+0.096	52	02.947	122
320	.4313	62	+0.044	54	03.069	125
330	.4375	59	−0.010	56	03.194	129
340	.4434	56	−0.066	55	03.323	133
350	.4490	50	−0.121	52	03.456	136
360	.4540		−0.173		03.592	

T 1890.865 *e* 0.0826
M 180° 7′ *a* 2.720
ω 82 43 *μ* 80°.26
Ω 148 8
i 6 35.4 *U* 4ª.485

(46) Hestia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3244	20	+0.002	15	98.148	79
10	.3264	38	−0.013	14	98.227	80
20	.3302	56	−0.027	15	98.307	82
30	.3358	72	−0.042	13	98.389	84
40	.3430	87	−0.055	13	98.473	88
50	.3517	100	−0.068	11	98.561	92
60	.3617	111	−0.079	9	98.653	97
70	.3728	120	−0.088	7	98.750	101
80	.3848	125	−0.095	5	98.851	107
90	.3973	127	−0.100	2	98.958	114
100	.4100	125	−0.102	2	99.072	121
110	.4225	118	−0.100	5	99.193	127
120	.4343	106	−0.095	8	99.320	134
130	.4449	91	−0.087	12	99.454	141
140	.4540	72	−0.075	15	99.595	146
150	.4612	51	−0.060	17	99.741	150
160	.4663	25	−0.043	20	99.891	153
170	.4688	3	−0.023	20	00.044	154
180	.4685	28	−0.003	20	00.198	152
190	.4657	52	+0.017	20	00.350	150
200	.4605	75	+0.037	17	00.500	145
210	.4530	93	+0.054	15	00.645	140
220	.4437	109	+0.069	12	00.785	133
230	.4328	120	+0.081	9	00.918	127
240	.4208	125	+0.090	5	01.045	120
250	.4083	128	+0.095	3	01.165	112
260	.3955	125	+0.098	1	01.277	106
270	.3830	119	+0.097	4	01.383	102
280	.3711	110	+0.093	6	01.485	96
290	.3601	99	+0.087	8	01.581	90
300	.3502	84	+0.079	10	01.671	87
310	.3418	69	+0.069	12	01.758	85
320	.3349	53	+0.057	13	01.843	82
330	.3296	36	+0.044	13	01.925	80
340	.3260	17	+0.031	14	02.005	79
350	.3243	1	+0.017	15	02.084	79
360	.3244		+0.002		02.163	

T 1904.226 e 0.1653
M 189° 5' a 2.5265
ω 172 56 μ 89".66
Ω 181 20
i 2 17.6 U 4ª.015

(47) Aglaja

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4140	72	−0.016	40	01.717	114
10	.4212	82	+0.024	41	01.831	117
20	.4294	90	+0.065	40	01.948	122
30	.4384	94	+0.105	39	02.070	127
40	.4478	97	+0.144	37	02.197	133
50	.4575	97	+0.181	32	02.330	140
60	.4672	95	+0.213	27	02.470	146
70	.4767	90	+0.240	20	02.616	152
80	.4857	81	+0.260	12	02.768	158
90	.4938	70	+0.272	4	02.926	163
100	.5008	55	+0.276	6	03.089	168
110	.5063	39	+0.270	16	03.257	173
120	.5102	21	+0.254	24	03.430	175
130	.5123	0	+0.230	32	03.605	175
140	.5123	20	+0.198	40	03.780	174
150	.5103	38	+0.158	44	03.954	172
160	.5065	57	+0.114	47	04.126	169
170	.5008	73	+0.067	48	04.295	164
180	.4935	85	+0.019	47	04.459	158
190	.4850	94	−0.028	45	04.617	152
200	.4756	100	−0.073	39	04.769	145
210	.4656	103	−0.112	35	04.914	137
220	.4553	103	−0.147	29	05.051	131
230	.4450	99	−0.176	22	05.182	126
240	.4351	91	−0.198	15	05.308	120
250	.4260	82	−0.213	9	05.428	116
260	.4178	70	−0.222	3	05.544	112
270	.4108	56	−0.225	4	05.656	108
280	.4052	42	−0.221	9	05.764	106
290	.4010	27	−0.212	15	05.870	104
300	.3983	11	−0.197	21	05.974	104
310	.3972	5	−0.176	24	06.078	103
320	.3977	20	−0.152	29	06.181	104
330	.3997	34	−0.123	33	06.285	105
340	.4031	48	−0.090	36	06.390	107
350	.4079	61	−0.054	38	06.497	110
360	.4140		−0.016		06.607	

T 1904.226 e 0.1319
M 220° 42' a 2.881
ω 309 52 μ 73".62
Ω 3 55.7
i 5 0.1 U 4ª.890

(48) Doris

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4856	44	+0.029	60	01.898	147
10	.4812	41	−0.031	59	02.045	145
20	.4771	38	−0.090	55	02.190	141
30	.4733	34	−0.145	49	02.331	139
40	.4699	27	−0.194	44	02.470	137
50	.4672	20	−0.238	36	02.607	136
60	.4652	12	−0.274	28	02.743	135
70	.4640	5	−0.302	19	02.878	134
80	.4635	4	−0.321	10	03.012	134
90	.4639	14	−0.331	1	03.146	135
100	.4653	23	−0.332	9	03.281	136
110	.4676	31	−0.323	18	03.417	138
120	.4707	37	−0.305	27	03.555	140
130	.4744	43	−0.278	36	03.695	142
140	.4787	47	−0.242	44	03.837	146
150	.4834	50	−0.198	51	03.983	149
160	.4884	49	−0.147	57	04.132	152
170	.4933	48	−0.090	61	04.284	155
180	.4981	45	−0.029	63	04.439	159
190	.5026	41	+0.034	63	04.598	163
200	.5067	34	+0.097	61	04.761	165
210	.5101	27	+0.158	57	04.926	167
220	.5128	20	+0.215	50	05.093	169
230	.5148	14	+0.265	43	05.262	170
240	.5162	5	+0.308	32	05.432	171
250	.5167	2	+0.340	22	05.603	172
260	.5165	9	+0.362	11	05.775	171
270	.5156	16	+0.373	2	05.946	170
280	.5140	21	+0.371	13	06.116	169
290	.5119	27	+0.358	25	06.285	166
300	.5092	32	+0.333	34	06.451	164
310	.5060	36	+0.299	44	06.615	162
320	.5024	39	+0.255	50	06.777	159
330	.4985	42	+0.205	56	06.936	156
340	.4943	43	+0.149	59	07.092	153
350	.4900	44	+0.090	61	07.245	150
360	.4856		+0.029		07.395	

T 1890.701 e 0.0611
M 277° 3' a 3.1145
ω 251 37 μ 65".50
Ω 184 42
i 6 30.5 U 5ª.497

l	(49) Pales						(50) Virginia						(51) Nemausa					
	log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*		log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*		log *r* cos *b*		*r* sin *b*		*t*	
0°	.3957	69	+0.129	4	01.327	98	.2768	17	−0.010	16	00.873	64	.4021	14	−0.032	76	00.107	117
10	.3888	45	+0.133	0	01.425	96	.2751	12	−0.026	15	00.937	63	.4007	27	−0.108	71	00.224	116
20	.3843	21	+0.133	3	01.521	95	.2763	42	−0.041	14	01.000	65	.3980	38	−0.179	65	00.340	114
30	.3822	3	+0.130	6	01.616	94	.2805	71	−0.055	14	01.065	66	.3942	46	−0.244	56	00.454	111
40	.3825	26	+0.124	9	01.710	94	.2876	99	−0.069	12	01.131	68	.3896	53	−0.300	45	00.565	109
50	.3851	51	+0.115	12	01.804	97	.2975	126	−0.081	11	01.199	72	.3843	56	−0.345	33	00.674	107
60	.3902	74	+0.103	15	01.901	99	.3101	152	−0.092	9	01.271	77	.3787	56	−0.378	21	00.781	104
70	.3976	95	+0.088	18	02.000	104	.3253	175	−0.101	7	01.348	84	.3731	54	−0.399	8	00.885	101
80	.4071	116	+0.070	22	02.104	108	.3428	195	−0.108	4	01.432	90	.3677	50	−0.407	3	00.986	99
90	.4187	135	+0.048	23	02.212	115	.3623	211	−0.112	2	01.522	99	.3627	46	−0.404	16	01.085	96
100	.4322	149	+0.025	26	02.327	122	.3834	223	−0.114	2	01.621	110	.3581	39	−0.388	26	01.181	95
110	.4471	161	−0.001	28	02.449	132	.4057	229	−0.112	6	01.731	122	.3542	33	−0.362	36	01.276	93
120	.4632	169	−0.029	29	02.581	142	.4286	226	−0.106	10	01.853	135	.3509	26	−0.326	45	01.369	92
130	.4801	171	−0.058	29	02.723	154	.4512	216	−0.096	15	01.988	150	.3483	19	−0.281	53	01.461	91
140	.4972	171	−0.087	29	02.877	167	.4728	196	−0.081	20	02.138	165	.3464	14	−0.228	59	01.552	90
150	.5143	162	−0.116	27	03.044	180	.4924	167	−0.061	23	02.303	180	.3450	9	−0.169	63	01.642	90
160	.5305	148	−0.143	25	03.224	193	.5091	128	−0.038	27	02.483	192	.3441	4	−0.106	66	01.732	90
170	.5453	128	−0.168	19	03.417	205	.5219	81	−0.011	29	02.675	201	.3437	1	−0.040	68	01.822	89
180	.5581	101	−0.187	13	03.622	217	.5300	30	+0.018	29	02.876	207	.3438	6	+0.028	66	01.911	89
190	.5682	69	−0.200	6	03.839	226	.5330	24	+0.047	26	03.083	207	.3444	10	+0.094	65	02.000	90
200	.5751	34	−0.206	1	04.065	231	.5306	76	+0.073	23	03.290	202	.3454	15	+0.159	60	02.090	91
210	.5785	3	−0.205	10	04.296	232	.5230	125	+0.096	19	03.492	193	.3469	21	+0.219	54	02.181	91
220	.5782	41	−0.195	17	04.528	231	.5105	163	+0.115	12	03.685	181	.3490	26	+0.273	46	02.272	92
230	.5741	75	−0.178	24	04.759	223	.4942	193	+0.127	7	03.866	166	.3516	33	+0.319	38	02.364	93
240	.5666	107	−0.154	28	04.982	215	.4749	213	+0.134	1	04.032	152	.3549	40	+0.357	29	02.457	95
250	.5559	131	−0.126	31	05.197	204	.4536	225	+0.135	3	04.184	137	.3589	46	+0.386	17	02.552	97
260	.5428	152	−0.095	33	05.401	191	.4311	228	+0.132	7	04.321	123	.3635	49	+0.403	6	02.649	99
270	.5276	165	−0.062	32	05.592	177	.4083	223	+0.125	11	04.444	111	.3684	52	+0.409	7	02.748	102
280	.5111	171	−0.030	31	05.769	164	.3860	212	+0.114	12	04.555	101	.3736	55	+0.402	19	02.850	104
290	.4940	173	+0.001	29	05.933	152	.3648	196	+0.102	14	04.656	91	.3791	55	+0.383	31	02.954	106
300	.4767	170	+0.030	25	06.085	140	.3452	177	+0.088	16	04.747	84	.3846	52	+0.352	43	03.060	109
310	.4597	159	+0.055	22	06.225	130	.3275	154	+0.072	16	04.831	78	.3898	46	+0.309	54	03.169	112
320	.4438	147	+0.077	19	06.355	121	.3121	129	+0.056	17	04.909	73	.3944	37	+0.255	63	03.281	114
330	.4291	129	+0.096	14	06.476	113	.2992	103	+0.039	16	04.982	69	.3981	26	+0.192	71	03.395	116
340	.4162	114	+0.110	11	06.589	107	.2889	75	+0.023	17	05.051	66	.4007	14	+0.121	75	03.511	117
350	.4048	91	+0.121	8	06.696	103	.2814	46	+0.006	16	05.117	64	.4021	0	+0.046	78	03.628	117
360	.3951		+0.129		06.799		.2768		−0.010		05.181		.4021		−0.032		03.745	

(49) Pales				(50) Virginia				(51) Nemausa			
T	1898.203	*e*	0.2228	*T*	1898.944	*e*	0.2884	*T*	1900.794	*e*	0.0673
M	133° 1′	*a*	3.105	*M*	193° 10′	*a*	2.648	*M*	254° 27′	*a*	2.366
ω	104 19	*μ*	65.″80	*ω*	196 47	*μ*	83.″56	*ω*	358 30	*μ*	98.″94
Ω	289 41			Ω	173 47.5			Ω	175 53		
i	3 8.5	*U*	5ᵃ.472	*i*	2 48.5	*U*	4ᵃ.308	*i*	9 57.3	*U*	3ᵃ.638

(52) Europa

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4962	91	−0.314	34	99.742	154
10	.4871	90	−0.348	21	99.896	148
20	.4781	86	−0.369	10	00.044	142
30	.4695	80	−0.379	1	00.186	137
40	.4615	70	−0.378	12	00.323	132
50	.4545	58	−0.366	22	00.455	128
60	.4487	46	−0.344	30	00.583	124
70	.4441	34	−0.314	39	00.707	123
80	.4407	23	−0.275	45	00.830	122
90	.4384	9	−0.230	52	00.952	120
100	.4375	4	−0.178	57	01.072	120
110	.4379	16	−0.121	60	01.192	121
120	.4395	27	−0.061	62	01.313	122
130	.4422	38	+0.001	63	01.435	124
140	.4460	47	+0.064	64	01.559	126
150	.4507	55	+0.128	60	01.685	130
160	.4562	64	+0.188	56	01.815	133
170	.4626	72	+0.244	52	01.948	137
180	.4698	77	+0.296	44	02.085	142
190	.4775	81	+0.340	36	02.227	147
200	.4856	82	+0.376	25	02.374	153
210	.4938	82	+0.401	14	02.527	158
220	.5020	80	+0.415	1	02.685	165
230	.5100	75	+0.416	12	02.850	171
240	.5175	66	+0.404	27	03.021	177
250	.5241	56	+0.377	39	03.198	181
260	.5297	41	+0.338	52	03.379	185
270	.5338	24	+0.286	63	03.564	189
280	.5362	6	+0.223	71	03.753	190
290	.5368	12	+0.152	76	03.943	189
300	.5356	31	+0.076	78	04.132	188
310	.5325	48	−0.002	76	04.320	184
320	.5277	64	−0.078	72	04.504	179
330	.5213	76	−0.150	64	04.683	174
340	.5137	85	−0.214	56	04.857	168
350	.5052	90	−0.270	44	05.025	161
360	.4962		−0.314		05.186	

T 1902.137 *e* 0.1137
M 65° 39′.5 *a* 3.0945
ω 335 59 *μ* 66°.13
Ω 129 49
i 7 26.3 *U* 5ª.444

(53) Kalypso

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4062	157	−0.135	25	99.019	110
10	.3905	149	−0.160	18	99.129	103
20	.3756	137	−0.178	11	99.232	96
30	.3619	123	−0.189	6	99.328	90
40	.3496	105	−0.195	1	99.418	86
50	.3391	85	−0.196	4	99.504	82
60	.3306	63	−0.192	10	99.586	80
70	.3243	41	−0.182	13	99.666	77
80	.3202	19	−0.169	18	99.743	77
90	.3183	3	−0.151	21	99.820	76
100	.3186	26	−0.130	25	99.896	77
110	.3212	46	−0.105	28	99.973	78
120	.3258	68	−0.077	31	00.051	80
130	.3326	88	−0.046	33	00.131	83
140	.3414	105	−0.013	35	00.214	87
150	.3519	121	+0.022	36	00.301	91
160	.3640	135	+0.058	37	00.392	97
170	.3775	144	+0.095	36	00.489	104
180	.3919	152	+0.131	35	00.593	111
190	.4071	154	+0.166	32	00.704	119
200	.4225	153	+0.198	28	00.823	127
210	.4378	145	+0.226	21	00.950	137
220	.4523	133	+0.247	15	01.087	146
230	.4656	117	+0.262	6	01.233	155
240	.4773	95	+0.268	3	01.388	162
250	.4868	66	+0.265	14	01.550	168
260	.4934	36	+0.251	23	01.718	172
270	.4970	3	+0.228	32	01.890	174
280	.4973	31	+0.196	40	02.064	173
290	.4942	64	+0.156	44	02.237	169
300	.4878	93	+0.112	48	02.406	163
310	.4785	117	+0.064	47	02.569	156
320	.4668	136	+0.017	45	02.725	146
330	.4532	151	−0.028	41	02.871	137
340	.4381	158	−0.069	36	03.008	128
350	.4223	161	−0.105	30	03.136	119
360	.4062		−0.135		03.255	

T 1903.952 *e* 0.2036
M 348° 2′ *a* 2.618
ω 310 57 *μ* 84°.98
Ω 143 47.5
i 5 8.2 *U* 4ª.236

(54) Alexandra

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3748	117	+0.356	66	99.100	101
10	.3865	129	+0.422	57	99.201	107
20	.3994	139	+0.479	46	99.308	115
30	.4133	146	+0.525	33	99.423	122
40	.4279	150	+0.558	18	99.545	130
50	.4429	150	+0.576	0	99.675	140
60	.4579	143	+0.576	20	99.815	150
70	.4722	130	+0.556	40	99.965	160
80	.4852	111	+0.516	62	00.125	169
90	.4963	85	+0.454	81	00.294	177
100	.5048	52	+0.373	99	00.471	182
110	.5100	13	+0.274	111	00.653	185
120	.5113	26	+0.163	117	00.838	185
130	.5087	63	+0.046	117	01.023	181
140	.5024	98	−0.071	109	01.204	173
150	.4926	127	−0.180	98	01.377	166
160	.4799	148	−0.278	81	01.543	155
170	.4651	162	−0.359	64	01.698	145
180	.4489	167	−0.423	46	01.843	134
190	.4322	166	−0.469	28	01.977	123
200	.4156	160	−0.497	12	02.100	115
210	.3996	146	−0.509	3	02.215	107
220	.3850	130	−0.506	17	02.322	101
230	.3720	113	−0.489	28	02.423	95
240	.3607	93	−0.461	40	02.518	90
250	.3514	72	−0.421	48	02.608	87
260	.3442	51	−0.373	57	02.695	85
270	.3391	31	−0.316	63	02.780	84
280	.3360	10	−0.253	70	02.864	82
290	.3350	7	−0.183	74	02.946	82
300	.3357	25	−0.109	78	03.028	83
310	.3382	42	−0.031	80	03.111	85
320	.3424	58	+0.049	80	03.196	86
330	.3482	74	+0.129	79	03.282	89
340	.3556	89	+0.208	77	03.371	92
350	.3645	103	+0.285	72	03.463	97
360	.3748		+0.357		03.560	

T 1898.003 *e* 0.1999
M 316° 55′ *a* 2.7095
ω 341 54 *μ* 80°.72
Ω 313 54
i 11 47.6 *U* 4ª.460

(55) Pandora

l	log $r\cos b$		$r\sin b$		t	
0°	.3739		−0.058		99.921	
		10		52		95
10	.3729		−0.006		00.016	
		4		52		95
20	.3733		+0.046		00.111	
		19		51		96
30	.3752		+0.097		00.207	
		34		49		96
40	.3786		+0.146		00.303	
		48		46		98
50	.3834		+0.192		00.401	
		62		42		101
60	.3896		+0.234		00.502	
		76		37		104
70	.3972		+0.271		00.606	
		87		30		109
80	.4059		+0.301		00.715	
		97		23		113
90	.4156		+0.324		00.828	
		104		14		118
100	.4260		+0.338		00.946	
		110		4		124
110	.4370		+0.342		01.070	
		112		5		132
120	.4482		+0.337		01.202	
		111		17		138
130	.4593		+0.320		01.340	
		105		29		144
140	.4698		+0.291		01.484	
		95		40		151
150	.4793		+0.251		01.635	
		81		50		158
160	.4874		+0.201		01.793	
		62		59		163
170	.4936		+0.142		01.956	
		40		65		167
180	.4976		+0.077		02.123	
		17		69		170
190	.4993		+0.008		02.293	
		8		70		170
200	.4985		−0.062		02.463	
		32		66		168
210	.4953		−0.128		02.631	
		55		61		165
220	.4898		−0.189		02.796	
		74		53		160
230	.4824		−0.242		02.956	
		90		42		154
240	.4734		−0.284		03.110	
		102		32		147
250	.4632		−0.316		03.257	
		108		19		140
260	.4524		−0.335		03.397	
		111		9		133
270	.4413		−0.344		03.530	
		111		3		127
280	.4302		−0.341		03.657	
		107		12		120
290	.4195		−0.329		03.777	
		101		21		115
300	.4094		−0.308		03.892	
		91		29		110
310	.4003		−0.279		04.002	
		79		36		106
320	.3924		−0.243		04.108	
		67		41		102
330	.3857		−0.202		04.210	
		53		45		99
340	.3804		−0.157		04.309	
		40		48		97
350	.3764		−0.109		04.406	
		25		51		97
360	.3739		−0.058		04.503	

T 1898.806 e 0.1446
M 263° 33′ a 2.7585
ω 0 47 μ 78°.58
Ω 11 5.5
i 7 13.4 U $4^{a}582$

(56) Melete

l	log $r\cos b$		$r\sin b$		t	
0°	.3497		+0.077		99.659	
		157		54		93
10	.3654		+0.023		99.752	
		167		58		100
20	.3821		−0.035		99.852	
		175		63		108
30	.3996		−0.098		99.960	
		175		64		118
40	.4171		−0.162		00.078	
		175		64		127
50	.4346		−0.226		00.205	
		164		61		138
60	.4510		−0.287		00.343	
		150		56		148
70	.4660		−0.343		00.491	
		129		46		157
80	.4789		−0.389		00.648	
		105		35		167
90	.4894		−0.424		00.815	
		74		19		173
100	.4968		−0.443		00.988	
		40		3		178
110	.5008		−0.446		01.166	
		3		15		180
120	.5011		−0.431		01.346	
		33		31		179
130	.4978		−0.400		01.525	
		69		45		174
140	.4909		−0.355		01.699	
		100		57		168
150	.4809		−0.298		01.867	
		129		65		160
160	.4680		−0.233		02.027	
		152		70		149
170	.4528		−0.163		02.176	
		168		69		138
180	.4360		−0.094		02.314	
		178		68		128
190	.4182		−0.026		02.442	
		182		63		118
200	.4000		+0.037		02.560	
		180		57		108
210	.3820		+0.094		02.668	
		172		49		100
220	.3648		+0.143		02.768	
		160		43		93
230	.3488		+0.186		02.861	
		145		34		86
240	.3343		+0.220		02.947	
		123		26		81
250	.3220		+0.246		03.028	
		101		19		77
260	.3119		+0.265		03.105	
		77		11		74
270	.3042		+0.276		03.179	
		52		5		72
280	.2990		+0.281		03.251	
		25		3		70
290	.2965		+0.278		03.321	
		2		9		70
300	.2967		+0.269		03.391	
		29		15		71
310	.2996		+0.254		03.462	
		54		23		72
320	.3050		+0.231		03.534	
		80		29		74
330	.3130		+0.202		03.608	
		103		35		77
340	.3233		+0.167		03.685	
		123		42		82
350	.3356		+0.125		03.767	
		141		48		86
360	.3497		+0.077		03.853	

T 1900.996 e 0.2318
M 157° 16′ a 2.601
ω 101 6 μ 85°.84
Ω 194 2
i 8 3.2 U $4^{a}194$

(57) Mnemosyne

l	log $r\cos b$		$r\sin b$		t	
0°	.4580		+0.267		98.841	
		44		133		133
10	.4536		+0.134		98.974	
		42		134		130
20	.4494		0.000		99.104	
		38		132		128
30	.4456		−0.132		99.232	
		32		126		127
40	.4424		−0.258		99.359	
		24		117		124
50	.4400		−0.375		99.483	
		14		105		123
60	.4386		−0.480		99.606	
		2		92		123
70	.4384		−0.572		99.729	
		12		76		124
80	.4396		−0.648		99.853	
		30		60		124
90	.4426		−0.708		99.977	
		46		42		126
100	.4472		−0.750		00.103	
		64		23		130
110	.4536		−0.773		00.233	
		81		2		134
120	.4617		−0.775		00.367	
		96		19		140
130	.4713		−0.756		00.507	
		107		42		147
140	.4820		−0.714		00.654	
		115		66		154
150	.4935		−0.648		00.808	
		115		89		163
160	.5050		−0.559		00.971	
		111		113		172
170	.5161		−0.446		01.143	
		102		134		179
180	.5263		−0.312		01.322	
		84		151		187
190	.5347		−0.161		01.509	
		61		161		196
200	.5408		0.000		01.705	
		36		166		199
210	.5444		+0.166		01.904	
		9		161		200
220	.5453		+0.327		02.104	
		17		149		200
230	.5436		+0.476		02.304	
		39		130		198
240	.5397		+0.606		02.502	
		58		106		193
250	.5339		+0.712		02.695	
		72		80		188
260	.5267		+0.792		02.883	
		79		52		182
270	.5188		+0.844		03.065	
		83		23		175
280	.5105		+0.867		03.240	
		82		3		168
290	.5023		+0.864		03.408	
		80		29		161
300	.4943		+0.835		03.569	
		74		51		156
310	.4869		+0.784		03.725	
		69		73		152
320	.4800		+0.711		03.877	
		62		91		147
330	.4738		+0.620		04.024	
		56		107		142
340	.4682		+0.513		04.166	
		53		119		139
350	.4629		+0.394		04.305	
		49		127		137
360	.4580		+0.267		04.442	

T 1899.228 e 0.1188
M 345° 49′.5 a 3.1535
ω 208 5 μ 64°.27
Ω 199 58.5
i 15 12.3 U $5^{a}601$

(58) Concordia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4491	0	−0.079	40	97.915	134
10	.4491	6	−0.119	35	98.049	134
20	.4485	12	−0.154	31	98.183	134
30	.4473	18	−0.185	25	98.317	133
40	.4455	22	−0.210	17	98.450	132
50	.4433	25	−0.227	11	98.582	130
60	.4408	28	−0.238	3	98.712	128
70	.4380	29	−0.241	4	98.840	127
80	.4351	30	−0.237	11	98.967	125
90	.4321	30	−0.226	19	99.092	123
100	.4291	29	−0.207	24	99.215	122
110	.4262	28	−0.183	29	99.337	120
120	.4234	26	−0.154	33	99.457	119
130	.4208	23	−0.121	37	99.576	117
140	.4185	20	−0.084	39	99.693	116
150	.4165	18	−0.045	40	99.809	115
160	.4147	13	−0.005	39	99.924	114
170	.4134	8	+0.034	39	00.038	114
180	.4126	4	+0.073	36	00.152	114
190	.4122	0	+0.109	33	00.266	113
200	.4122	6	+0.142	29	00.379	113
210	.4128	10	+0.171	24	00.492	114
220	.4138	16	+0.195	18	00.606	115
230	.4154	21	+0.213	12	00.721	116
240	.4175	25	+0.225	6	00.837	117
250	.4200	30	+0.231	1	00.954	118
260	.4230	32	+0.230	8	01.072	120
270	.4262	33	+0.222	14	01.192	122
280	.4295	35	+0.208	22	01.314	124
290	.4330	34	+0.186	27	01.438	125
300	.4364	33	+0.159	33	01.563	127
310	.4397	29	+0.126	37	01.690	130
320	.4426	24	+0.089	41	01.820	132
330	.4450	20	+0.048	42	01.952	133
340	.4470	14	+0.006	43	02.085	133
350	.4484	7	−0.037	42	02.218	134
360	.4491		−0.079		02.352	

T 1900.519 e 0.0426
M 21° 24′ a 2.700
ω 27 50 μ 81°.14
Ω 161 20
i 5 1.8 U 4ª.437

(59) Elpis

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3815	23	−0.058	61	00.907	99
10	.3792	11	−0.119	57	01.006	98
20	.3781	1	−0.176	53	01.104	98
30	.3782	14	−0.229	46	01.202	99
40	.3796	27	−0.275	39	01.301	99
50	.3823	42	−0.314	31	01.400	101
60	.3865	54	−0.345	22	01.501	103
70	.3919	67	−0.367	12	01.604	106
80	.3986	78	−0.379	2	01.710	109
90	.4064	87	−0.381	9	01.819	114
100	.4151	94	−0.372	20	01.933	119
110	.4245	96	−0.352	33	02.052	124
120	.4341	96	−0.319	44	02.176	130
130	.4437	94	−0.275	55	02.306	135
140	.4531	84	−0.220	64	02.441	141
150	.4615	72	−0.156	72	02.582	147
160	.4687	57	−0.084	77	02.729	151
170	.4744	40	−0.007	80	02.880	154
180	.4784	21	+0.073	77	03.034	156
190	.4805	0	+0.150	73	03.190	157
200	.4805	20	+0.223	65	03.347	156
210	.4785	38	+0.288	54	03.503	155
220	.4747	52	+0.342	42	03.658	151
230	.4695	64	+0.384	27	03.809	148
240	.4631	74	+0.411	14	03.957	142
250	.4557	81	+0.425	0	04.099	138
260	.4476	82	+0.425	14	04.237	133
270	.4394	83	+0.411	25	04.370	127
280	.4311	82	+0.386	36	04.497	122
290	.4229	80	+0.350	45	04.619	118
300	.4149	74	+0.305	52	04.737	114
310	.4075	68	+0.253	58	04.851	111
320	.4007	61	+0.195	61	04.962	107
330	.3946	53	+0.134	64	05.069	105
340	.3893	44	+0.070	65	05.174	102
350	.3849	34	+0.005	63	05.276	100
360	.3815		−0.058		05.376	

T 1900.771 e 0.1172
M 334° 19′ a 2.7135
ω 207 58 μ 80°.56
Ω 170 50
i 8 37 U 4ª.469

(60) Echo

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3781	141	+0.031	26	97.857	101
10	.3640	136	+0.005	25	97.958	95
20	.3504	130	−0.020	22	98.053	90
30	.3374	117	−0.042	20	98.143	83
40	.3257	104	−0.062	18	98.226	80
50	.3153	89	−0.080	14	98.306	77
60	.3064	70	−0.094	12	98.383	74
70	.2994	51	−0.106	8	98.457	71
80	.2943	31	−0.114	6	98.528	71
90	.2912	10	−0.120	2	98.599	69
100	.2902	11	−0.122	1	98.668	70
110	.2913	31	−0.121	4	98.738	71
120	.2944	51	−0.117	7	98.809	72
130	.2995	71	−0.110	10	98.881	73
140	.3066	89	−0.100	14	98.954	77
150	.3155	105	−0.086	16	99.031	80
160	.3260	118	−0.070	19	99.111	84
170	.3378	129	−0.051	22	99.195	89
180	.3507	137	−0.029	24	99.284	95
190	.3644	141	−0.005	26	99.379	102
200	.3785	140	+0.021	27	99.481	107
210	.3925	135	+0.048	27	99.588	116
220	.4060	127	+0.075	26	99.704	122
230	.4187	110	+0.101	25	99.826	130
240	.4297	92	+0.126	20	99.956	135
250	.4389	69	+0.146	16	00.091	140
260	.4458	42	+0.162	11	00.231	144
270	.4500	14	+0.173	4	00.375	146
280	.4514	15	+0.177	2	00.521	146
290	.4499	43	+0.175	9	00.667	144
300	.4456	71	+0.166	14	00.811	140
310	.4385	92	+0.152	20	00.951	135
320	.4293	111	+0.132	22	01.086	129
330	.4182	126	+0.110	26	01.215	122
340	.4056	135	+0.084	26	01.337	115
350	.3921	140	+0.058	27	01.452	108
360	.3781		+0.031		01.560	

T 1901.468 e 0.1835
M 272° 15′ a 2.3935
ω 267 58 μ 97°.23
Ω 191 53
i 3 35.1 U 3ª.703

(61) Danae

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3953	9	+0.356	124	96.973	106
10	.3962	23	+0.480	111	97.079	107
20	.3985	39	+0.591	97	97.186	109
30	.4024	56	+0.688	81	97.295	111
40	.4080	76	+0.769	63	97.406	114
50	.4156	97	+0.832	44	97.520	118
60	.4253	116	+0.876	21	97.638	126
70	.4369	133	+0.897	2	97.764	132
80	.4502	147	+0.895	29	97.896	141
90	.4649	154	+0.866	57	98.037	151
100	.4803	154	+0.809	88	98.188	163
110	.4957	144	+0.721	120	98.351	174
120	.5101	126	+0.601	150	98.525	186
130	.5227	100	+0.451	174	98.711	195
140	.5327	62	+0.277	193	98.906	203
150	.5389	19	+0.084	199	99.109	206
160	.5407	23	−0.115	194	99.315	207
170	.5384	62	−0.309	179	99.522	202
180	.5322	96	−0.488	154	99.724	195
190	.5226	118	−0.642	124	99.919	186
200	.5108	135	−0.766	91	00.105	175
210	.4973	141	−0.857	58	00.280	164
220	.4832	139	−0.915	27	00.444	154
230	.4693	130	−0.942	2	00.598	145
240	.4563	119	−0.940	27	00.743	136
250	.4444	106	−0.913	51	00.879	130
260	.4338	88	−0.862	72	01.009	125
270	.4250	74	−0.790	90	01.134	118
280	.4176	59	−0.700	106	01.252	116
290	.4117	48	−0.594	120	01.368	113
300	.4069	38	−0.474	131	01.481	111
310	.4031	29	−0.343	139	01.592	109
320	.4002	22	−0.204	142	01.701	108
330	.3980	16	−0.062	143	01.809	107
340	.3964	10	+0.081	141	01.916	106
350	.3954	1	+0.222	134	02.022	106
360	.3953		+0.356		02.128	

T 1900.284 e 0.1648
M 244° 21′ a 2.984
ω 8 27.5 μ 69°.84
Ω 334 15
i 18 15 U 5ª.155

(62) Erato

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t*)	
0°	.4255	65	−0.083	8	99.405	112
10	.4190	48	−0.091	5	99.517	108
20	.4142	29	−0.096	3	99.625	107
30	.4113	8	−0.099	0	99.732	106
40	.4105	12	−0.099	3	99.838	106
50	.4117	31	−0.096	5	99.944	107
60	.4148	50	−0.091	7	00.051	110
70	.4198	69	−0.084	10	00.161	112
80	.4267	85	−0.074	12	00.273	116
90	.4352	100	−0.062	15	00.389	121
100	.4452	114	−0.047	17	00.510	127
110	.4566	124	−0.030	18	00.637	135
120	.4690	131	−0.012	20	00.772	143
130	.4821	134	+0.008	21	00.915	151
140	.4955	134	+0.029	22	01.066	161
150	.5089	129	+0.051	21	01.227	172
160	.5218	119	+0.072	19	01.399	182
170	.5337	106	+0.091	18	01.581	191
180	.5443	87	+0.109	15	01.772	200
190	.5530	65	+0.124	10	01.972	208
200	.5595	39	+0.134	6	02.180	212
210	.5634	12	+0.140	1	02.392	215
220	.5646	16	+0.141	5	02.607	215
230	.5630	43	+0.136	9	02.822	211
240	.5587	68	+0.127	13	03.033	206
250	.5519	89	+0.114	17	03.239	200
260	.5430	108	+0.097	20	03.439	190
270	.5322	122	+0.077	21	03.629	180
280	.5200	130	+0.056	22	03.809	170
290	.5070	134	+0.034	22	03.979	160
300	.4936	133	+0.012	20	04.139	150
310	.4803	131	−0.008	19	04.289	142
320	.4672	123	−0.027	18	04.431	133
330	.4549	112	−0.045	15	04.564	127
340	.4437	99	−0.060	13	04.691	120
350	.4338	83	−0.073	10	04.811	116
360	.4255		−0.083		04.927	

T 1877.723 e 0.1756
M 358° 44′ a 3.124
ω 273 17 μ 65°.19
Ω 126 0
i 2 12.3 U 5ª.522

(63) Ausonia

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3711	95	+0.089	40	99.988	103
10	.3806	92	+0.129	38	00.091	107
20	.3898	88	+0.167	33	00.198	111
30	.3986	82	+0.200	28	00.309	117
40	.4068	72	+0.228	22	00.426	120
50	.4140	61	+0.250	14	00.546	125
60	.4201	47	+0.264	6	00.671	128
70	.4248	32	+0.270	4	00.799	129
80	.4280	13	+0.266	13	00.928	131
90	.4293	5	+0.253	22	01.059	131
100	.4288	22	+0.231	30	01.190	130
110	.4266	40	+0.201	36	01.320	129
120	.4226	57	+0.165	41	01.449	126
130	.4169	71	+0.124	44	01.575	122
140	.4098	83	+0.080	44	01.697	118
150	.4015	92	+0.036	45	01.815	113
160	.3923	97	−0.009	42	01.928	109
170	.3826	99	−0.051	39	02.037	103
180	.3727	98	−0.090	34	02.140	99
190	.3629	95	−0.124	29	02.239	95
200	.3534	88	−0.153	24	02.334	91
210	.3446	78	−0.177	17	02.425	87
220	.3368	66	−0.194	12	02.512	85
230	.3302	52	−0.206	6	02.597	82
240	.3250	37	−0.212	0	02.679	80
250	.3213	23	−0.212	5	02.759	79
260	.3190	7	−0.207	11	02.838	79
270	.3183	9	−0.196	17	02.917	79
280	.3192	25	−0.179	21	02.996	80
290	.3217	39	−0.158	26	03.076	81
300	.3256	52	−0.132	30	03.157	83
310	.3308	64	−0.102	34	03.240	84
320	.3372	75	−0.068	37	03.324	87
330	.3447	83	−0.031	39	03.411	91
340	.3530	88	+0.008	41	03.502	94
350	.3618	93	+0.049	40	03.596	99
360	.3711		+0.089		03.695	

T 1898.093 e 0.1271
M 250° 44′ a 2.395
ω 292 55 μ 97°.12
Ω 337.58
i 5 47.2 U 3ª.707

*) Die t erfordern gegenwärtig nach Beobachtungen aus 1907 und 1910 eine Korrektion von etwa −0ª.115.

(64) Angelina

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4536	89	+0.050	5	98.855	135
10	.4447	95	+0.055	4	98.990	130
20	.4352	97	+0.059	2	99.120	124
30	.4255	96	+0.061	1	99.244	119
40	.4159	92	+0.060	2	99.363	114
50	.4067	86	+0.058	3	99.477	109
60	.3981	77	+0.055	5	99.586	105
70	.3904	68	+0.050	6	99.691	102
80	.3836	55	+0.044	8	99.793	99
90	.3781	43	+0.036	8	99.892	96
100	.3738	28	+0.028	9	99.988	95
110	.3710	15	+0.019	9	00.083	94
120	.3695	0	+0.010	9	00.177	94
130	.3695	16	+0.001	10	00.271	94
140	.3711	31	−0.009	9	00.365	95
150	.3742	43	−0.018	9	00.460	97
160	.3785	56	−0.027	8	00.557	99
170	.3841	69	−0.035	8	00.656	102
180	.3910	80	−0.043	7	00.758	105
190	.3990	87	−0.050	5	00.863	109
200	.4077	93	−0.055	4	00.972	114
210	.4170	96	−0.059	3	01.086	120
220	.4266	97	−0.062	0	01.206	125
230	.4363	93	−0.062	1	01.331	130
240	.4456	88	−0.061	3	01.461	136
250	.4544	81	−0.058	6	01.597	141
260	.4625	69	−0.052	7	01.738	146
270	.4694	53	−0.045	9	01.884	151
280	.4747	36	−0.036	11	02.035	153
290	.4783	18	−0.025	12	02.188	156
300	.4801	1	−0.013	12	02.344	156
310	.4800	20	−0.001	12	02.500	156
320	.4780	39	+0.011	11	02.656	153
330	.4741	55	+0.022	11	02.809	150
340	.4686	69	+0.033	9	02.959	146
350	.4617	81	+0.042	8	03.105	141
360	.4536		+0.050		03.246	

T 1898.751 *e* 0.1271
M 239° 39' *a* 2.682
ω 173 37 *μ* 81°.98
Ω 310 51
i 1 19.6 *U* 4ª.391

(65) Cybele

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5421	73	−0.077	35	95.702	186
10	.5494	68	−0.112	32	95.888	193
20	.5562	61	−0.144	29	96.081	198
30	.5623	52	−0.173	24	96.279	203
40	.5675	41	−0.197	18	96.482	208
50	.5716	29	−0.215	11	96.690	212
60	.5745	15	−0.226	3	96.902	214
70	.5760	2	−0.229	4	97.116	214
80	.5762	12	−0.225	12	97.330	214
90	.5750	27	−0.213	19	97.544	212
100	.5723	39	−0.194	25	97.756	209
110	.5684	51	−0.169	30	97.965	204
120	.5633	60	−0.139	33	98.169	199
130	.5573	67	−0.106	37	98.368	193
140	.5506	74	−0.069	37	98.561	188
150	.5432	77	−0.032	37	98.749	181
160	.5355	75	+0.005	35	98.930	175
170	.5280	73	+0.040	33	99.105	169
180	.5207	70	+0.073	30	99.274	163
190	.5137	64	+0.103	26	99.437	158
200	.5073	56	+0.129	21	99.595	154
210	.5017	47	+0.150	17	99.749	151
220	.4970	36	+0.167	12	99.900	147
230	.4934	26	+0.179	7	00.047	146
240	.4908	14	+0.186	2	00.193	144
250	.4894	0	+0.188	4	00.337	144
260	.4894	12	+0.184	9	00.481	144
270	.4906	24	+0.175	13	00.625	145
280	.4930	36	+0.162	19	00.770	147
290	.4966	45	+0.143	22	00.917	150
300	.5011	55	+0.121	27	01.067	154
310	.5066	63	+0.094	30	01.221	158
320	.5129	70	+0.064	33	01.379	163
330	.5199	75	+0.031	35	01.542	168
340	.5274	74	−0.004	37	01.710	174
350	.5348	73	−0.041	36	01.884	180
360	.5421		−0.077		02.064	

T 1903.952 *e* 0.0998
M 199° 54' *a* 3.433
ω 96 59 *μ* 56°.58
Ω 158 44
i 3 28.9 *U* 6ª.362

(66) Maja

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3615	81	−0.018	22	98.118	90
10	.3534	64	+0.004	20	98.208	87
20	.3470	46	+0.024	20	98.295	85
30	.3424	27	+0.044	18	98.380	84
40	.3397	8	+0.062	16	98.464	83
50	.3389	12	+0.078	14	98.547	82
60	.3401	32	+0.092	12	98.629	84
70	.3433	50	+0.104	10	98.713	85
80	.3483	69	+0.114	7	98.798	88
90	.3552	85	+0.121	3	98.886	91
100	.3637	101	+0.124	1	98.977	95
110	.3738	113	+0.125	4	99.072	99
120	.3851	124	+0.121	7	99.171	105
130	.3975	132	+0.114	10	99.276	112
140	.4107	135	+0.104	15	99.388	119
150	.4242	135	+0.089	19	99.507	127
160	.4377	130	+0.070	22	99.634	134
170	.4507	119	+0.048	25	99.768	142
180	.4626	104	+0.023	28	99.910	150
190	.4730	85	−0.005	28	00.060	157
200	.4815	62	−0.033	28	00.217	162
210	.4877	36	−0.061	27	00.379	165
220	.4913	8	−0.088	23	00.544	167
230	.4921	19	−0.111	20	00.711	168
240	.4902	46	−0.131	14	00.879	164
250	.4856	70	−0.145	9	01.043	160
260	.4786	92	−0.154	3	01.203	154
270	.4694	109	−0.157	2	01.357	148
280	.4585	122	−0.155	8	01.505	139
290	.4463	130	−0.147	11	01.644	132
300	.4333	133	−0.136	16	01.776	124
310	.4200	132	−0.120	18	01.900	117
320	.4068	128	−0.102	19	02.017	110
330	.3940	120	−0.083	21	02.127	103
340	.3820	109	−0.062	22	02.230	99
350	.3711	96	−0.040	22	02.229	93
360	.3615		−0.018		02.422	

T 1897.546 *e* 0.1747
M 277° 24' *a* 2.646
ω 40 10 *μ* 83°.64
Ω 8 18
i 3 5 *U* 4ª.304

(67) Asia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3221	114	+0.086	36	99.983	83
10	.3335	126	+0.050	38	00.066	87
20	.3461	135	+0.012	42	00.153	93
30	.3596	140	−0.030	43	00.246	98
40	.3736	141	−0.073	44	00.344	106
50	.3877	140	−0.117	42	00.450	113
60	.4017	133	−0.159	41	00.563	120
70	.4150	120	−0.200	35	00.683	127
80	.4270	105	−0.235	29	00.810	134
90	.4375	85	−0.264	21	00.944	139
100	.4460	61	−0.285	11	01.083	145
110	.4521	34	−0.296	1	01.228	148
120	.4555	5	−0.297 —	11	01.376	149
130	.4560 —	23	−0.286	21	01.525	149
140	.4537	51	−0.265	30	01.674	146
150	.4486	77	−0.235	38	01.820	142
160	.4409	100	−0.197	43	01.962	136
170	.4309	118	−0.154	47	02.098	130
180	.4191	133	−0.107	47	02.228	122
190	.4058	141	−0.060	47	02.350	115
200	.3917	145	−0.013	44	02.465	107
210	.3772	145	+0.031	40	02.572	100
220	.3627	140	+0.071	36	02.672	95
230	.3487	130	+0.107	30	02.767	88
240	.3357	118	+0.137	25	02.855	84
250	.3239	103	+0.162	19	02.939	79
260	.3136	85	+0.181	14	03.018	76
270	.3051	66	+0.195	8	03.094	73
280	.2985	45	+0.203	3	03.167	72
290	.2940	23	+0.206 —	2	03.239	70
300	.2917	1	+0.204	8	03.309	70
310	.2916 —	21	+0.196	12	03.379	70
320	.2937	43	+0.184	18	03.449	71
330	.2980	62	+0.166	22	03.520	73
340	.3042	81	+0.144	27	03.593	76
350	.3123	98	+0.117	31	03.669	79
360	.3221		+0.086		03.748	

T 1901.694 e 0.1873
M 201° 21′ a 2.4205
ω 103 21 μ 95″.61
Ω 202 55
i 5 59.2 U 3ª.765

(68) Leto

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3543	45	−0.223	41	04.662	89
10	.3588	62	−0.182	46	04.751	90
20	.3650	80	−0.136	52	04.841	94
30	.3730	98	−0.084	56	04.935	97
40	.3828	110	−0.028	60	05.032	103
50	.3938	122	+0.032	62	05.135	107
60	.4060	129	+0.094	63	05.242	115
70	.4189	135	+0.157	62	05.357	121
80	.4324	137	+0.219	59	05.478	130
90	.4461	136	+0.278	54	05.608	137
100	.4597	129	+0.332	46	05.745	147
110	.4726	120	+0.378	36	05.892	155
120	.4846	106	+0.414	23	06.047	164
130	.4952	88	+0.437	8	06.211	171
140	.5040	66	+0.445 —	7	06.382	177
150	.5106	41	+0.438	24	06.559	181
160	.5147	13	+0.414	39	06.740	185
170	.5160 —	17	+0.375	53	06.925	183
180	.5143	45	+0.322	64	07.108	182
190	.5098	73	+0.258	72	07.290	176
200	.5025	98	+0.186	76	07.466	169
210	.4927	118	+0.110	75	07.635	161
220	.4809	135	+0.035	73	07.796	152
230	.4674	145	−0.038	67	07.948	143
240	.4529	150	−0.105	59	08.091	133
250	.4379	148	−0.164	51	08.224	124
260	.4231	144	−0.215	40	08.348	117
270	.4087	135	−0.255	31	08.465	109
280	.3952	120	−0.286	22	08.574	102
290	.3832	103	−0.308	12	08.676	98
300	.3729	85	−0.320	3	08.774	93
310	.3644	64	−0.323 —	5	08.867	90
320	.3580	42	−0.318	13	08.957	88
330	.3538	21	−0.305	20	09.045	87
340	.3517 —	2	−0.285	28	09.132	86
350	.3519	24	−0.257	34	09.218	87
360	.3543		−0.223		09.305	

T 1904.774 e 0.1869
M 17° 16′ a 2.783
ω 302 15 μ 77″.53
Ω 44 41
i 7 58.6 U 4ª.643

(69) Hesperia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4894	129	+0.054	80	00.498	153
10	.4765	132	−0.026	74	00.651	144
20	.4633	132	−0.100	67	00.795	135
30	.4501	126	−0.167	58	00.930	127
40	.4375	117	−0.225	48	01.057	120
50	.4258	104	−0.273	39	01.177	115
60	.4154	88	−0.312	28	01.292	109
70	.4066	71	−0.340	19	01.401	106
80	.3995	53	−0.359	9	01.507	102
90	.3942	32	−0.368 —	1	01.609	101
100	.3910	10	−0.367	10	01.710	99
110	.3900 —	12	−0.357	19	01.809	100
120	.3912	32	−0.338	28	01.909	101
130	.3944	52	−0.310	37	02.010	102
140	.3996	69	−0.273	45	02.112	106
150	.4065	85	−0.228	54	02.218	109
160	.4150	99	−0.174	60	02.327	114
170	.4249	110	−0.114	67	02.441	120
180	.4359	118	−0.047	71	02.561	126
190	.4477	123	+0.024	75	02.687	134
200	.4600	124	+0.099	76	02.821	141
210	.4724	122	+0.175	75	02.962	149
220	.4846	117	+0.250	71	03.111	158
230	.4963	108	+0.321	64	03.269	167
240	.5071	97	+0.385	54	03.436	175
250	.5168	81	+0.439	40	03.611	181
260	.5249	61	+0.479	25	03.792	188
270	.5310	40	+0.504	7	03.980	192
280	.5350	19	+0.511 —	10	04.172	195
290	.5369 —	4	+0.501	29	04.367	195
300	.5365	27	+0.472	45	04.562	194
310	.5338	51	+0.427	60	04.756	191
320	.5287	73	+0.367	70	04.947	185
330	.5214	92	+0.297	79	05.132	179
340	.5122	108	+0.218	82	05.311	170
350	.5014	120	+0.136	82	05.481	162
360	.4894		+0.054		05.643	

T 1889.004 e 0.1676
M 182° 53′ a 2.980
ω 284 44 μ 69″.97
Ω 186 41
i 8 29.9 U 5ª.145

(70) Panopaea

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3589	129	−0.351	51	00.568	96
10	.3718	140	−0.300	63	00.664	102
20	.3858	145	−0.237	75	00.766	109
30	.4003	147	−0.162	85	00.875	117
40	.4150	143	−0.077	94	00.992	124
50	.4293	134	+0.017	99	01.116	133
60	.4427	120	+0.116	101	01.249	141
70	.4547	99	+0.217	99	01.390	148
80	.4646	77	+0.316	91	01.538	154
90	.4723	54	+0.407	79	01.692	159
100	.4777	30	+0.486	63	01.851	163
110	.4807	5	+0.549	43	02.014	163
120	.4812	19	+0.592	23	02.177	163
130	.4793	41	+0.615	0	02.340	161
140	.4752	61	+0.615	21	02.501	157
150	.4691	78	+0.594	40	02.658	152
160	.4613	94	+0.554	58	02.810	146
170	.4519	107	+0.496	71	02.956	139
180	.4412	116	+0.425	82	03.095	133
190	.4296	124	+0.343	88	03.228	125
200	.4172	129	+0.255	91	03.353	119
210	.4043	130	+0.164	91	03.472	111
220	.3913	128	+0.073	88	03.583	105
230	.3785	122	−0.015	82	03.688	99
240	.3663	112	−0.097	76	03.787	94
250	.3551	101	−0.173	67	03.881	89
260	.3450	85	−0.240	58	03.970	86
270	.3365	66	−0.298	48	04.056	82
280	.3299	45	−0.346	38	04.138	81
290	.3254	23	−0.384	28	04.219	79
300	.3231	2	−0.412	17	04.298	79
310	.3233	25	−0.429	7	04.377	80
320	.3258	50	−0.436	4	04.457	80
330	.3308	73	−0.432	15	04.537	83
340	.3381	95	−0.417	27	04.620	87
350	.3476	113	−0.390	39	04.707	90
360	.3589		−0.351		04.797	

T 1890.975 e 0.1800
M 305° 21′ a 2.615
ω 252 50 μ 85°.12
Ω 48 16
i 11 38.3 U 4ª.229

(72) Feronia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3169	74	+0.092	31	96.802	82
10	.3243	82	+0.061	33	96.884	84
20	.3325	88	+0.028	36	96.968	88
30	.3413	90	−0.008	36	97.056	92
40	.3503	91	−0.044	37	97.148	96
50	.3594	88	−0.081	36	97.244	99
60	.3682	83	−0.117	34	97.343	104
70	.3765	76	−0.151	30	97.447	108
80	.3841	65	−0.181	24	97.555	111
90	.3906	53	−0.205	19	97.666	114
100	.3959	39	−0.224	11	97.780	117
110	.3998	24	−0.235	4	97.897	118
120	.4022	7	−0.239	5	98.015	119
130	.4029	10	−0.234	13	98.134	120
140	.4019	27	−0.221	20	98.254	118
150	.3992	42	−0.201	27	98.372	117
160	.3950	57	−0.174	32	98.489	114
170	.3893	70	−0.142	35	98.603	110
180	.3823	79	−0.107	38	98.713	106
190	.3744	87	−0.069	39	98.819	103
200	.3657	92	−0.030	38	98.922	98
210	.3565	94	+0.008	36	99.020	95
220	.3471	92	+0.044	33	99.115	90
230	.3379	87	+0.077	30	99.205	87
240	.3292	80	+0.107	26	99.292	83
250	.3212	72	+0.133	21	99.375	81
260	.3140	61	+0.154	16	99.456	78
270	.3079	48	+0.170	11	99.534	76
280	.3031	34	+0.181	6	99.610	75
290	.2997	20	+0.187	1	99.685	74
300	.2977	4	+0.188	5	99.759	73
310	.2973	12	+0.183	9	99.832	74
320	.2985	26	+0.174	14	99.906	74
330	.3011	40	+0.160	18	99.980	76
340	.3051	53	+0.142	23	00.056	77
350	.3104	65	+0.119	27	00.133	79
360	.3169		+0.092		00.212	

T 1897.984 e 0.1209
M 166° 4′ a 2.266
ω 100 28 μ 105°.55
Ω 207 54
i 5 23.9 U 3ª.410

(73) Klytia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4152	28	−0.014	18	99.306	114
10	.4124	23	+0.004	19	99.420	113
20	.4101	19	+0.023	18	99.533	112
30	.4082	14	+0.041	16	99.645	112
40	.4068	9	+0.057	15	99.757	111
50	.4059	4	+0.072	13	99.868	110
60	.4055	2	+0.085	10	99.978	110
70	.4057	8	+0.095	7	00.088	111
80	.4065	13	+0.102	4	00.199	111
90	.4078	18	+0.106	2	00.310	112
100	.4096	23	+0.108	2	00.422	113
110	.4119	28	+0.106	5	00.535	114
120	.4147	31	+0.101	8	00.649	116
130	.4178	33	+0.093	11	00.765	118
140	.4211	34	+0.082	14	00.883	119
150	.4245	34	+0.068	16	01.002	122
160	.4279	33	+0.052	18	01.124	123
170	.4312	32	+0.034	19	01.247	125
180	.4344	29	+0.015	20	01.372	127
190	.4373	25	−0.005	20	01.499	128
200	.4398	20	−0.025	19	01.627	129
210	.4418	14	−0.044	18	01.756	131
220	.4432	8	−0.062	17	01.887	132
230	.4440	3	−0.079	14	02.019	132
240	.4443	3	−0.093	10	02.151	132
250	.4440	9	−0.103	8	02.283	131
260	.4431	15	−0.111	4	02.414	131
270	.4416	21	−0.115	0	02.545	130
280	.4395	24	−0.115	3	02.675	128
290	.4371	28	−0.112	6	02.803	128
300	.4343	31	−0.106	10	02.931	125
310	.4312	32	−0.096	13	03.056	123
320	.4280	33	−0.083	15	03.179	121
330	.4247	33	−0.068	17	03.300	120
340	.4214	32	−0.051	18	03.420	118
350	.4182	30	−0.033	19	03.538	116
360	.4152		−0.014		03.654	

T 1898.586 e 0.0448
M 244° 30′ a 2.664
ω 52 42 μ 82°.80
Ω 7 35.5
i 2 24.2 U 4ª.348

(74) Galatea

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3276	9	+0.045	25	99.826	77
10	.3267	16	+0.020	26	99.903	78
20	.3283	41	−0.006	26	99.981	79
30	.3324	65	−0.032	26	00.060	80
40	.3389	88	−0.058	25	00.140	83
50	.3477	110	−0.083	24	00.223	88
60	.3587	130	−0.107	23	00.311	92
70	.3717	149	−0.130	21	00.403	99
80	.3866	163	−0.151	18	00.502	106
90	.4029	175	−0.169	14	00.608	114
100	.4204	183	−0.183	9	00.722	124
110	.4387	185	−0.192	4	00.846	135
120	.4572	180	−0.196	2	00.981	148
130	.4752	171	−0.194	10	01.129	159
140	.4923	151	−0.184	17	01.288	172
150	.5074	126	−0.167	25	01.460	183
160	.5200	94	−0.142	32	01.643	193
170	.5294	57	−0.110	37	01.836	200
180	.5351	16	−0.073	41	02.036	203
190	.5367	25	−0.032	42	02.239	202
200	.5342	65	+0.010	40	02.441	199
210	.5277	103	+0.050	37	02.640	191
220	.5174	134	+0.087	32	02.831	180
230	.5040	157	+0.119	26	03.011	169
240	.4883	173	+0.145	19	03.180	157
250	.4710	183	+0.164	12	03.337	144
260	.4527	186	+0.176	5	03.481	133
270	.4341	183	+0.181	0	03.614	122
280	.4158	174	+0.181	6	03.736	112
290	.3984	160	+0.175	10	03.848	103
300	.3824	144	+0.165	14	03.951	97
310	.3680	125	+0.151	17	04.048	91
320	.3555	105	+0.134	19	04.139	86
330	.3450	82	+0.115	22	04.225	83
340	.3368	58	+0.093	23	04.308	80
350	.3310	34	+0.070	25	04.388	78
360	.3276		+0.045		04.466	

T 1897.162 e 0.2372
M 148° 5′ a 2.782
ω 171 0 μ 77ˢ58
Ω 197 44
i 4 0.4 U 4ʲ640

(75) Eurydike

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2780	90	0.000	30	97.580	66
10	.2870	118	+0.030	30	97.646	68
20	.2988	145	+0.060	30	97.714	74
30	.3133	170	+0.090	30	97.788	78
40	.3303	193	+0.120	30	97.866	86
50	.3496	212	+0.150	28	97.952	94
60	.3708	227	+0.178	25	98.046	104
70	.3935	238	+0.203	22	98.150	116
80	.4173	241	+0.225	17	98.266	129
90	.4414	236	+0.242	9	98.395	145
100	.4650	222	+0.251	1	98.540	161
110	.4872	198	+0.252	9	98.701	177
120	.5070	162	+0.243	20	98.878	191
130	.5232	116	+0.223	31	99.069	206
140	.5348	63	+0.192	40	99.275	213
150	.5411	5	+0.152	48	99.488	218
160	.5416	51	+0.104	52	99.706	215
170	.5365	108	+0.052	52	99.921	207
180	.5257	155	0.000	50	00.128	195
190	.5102	195	−0.050	43	00.323	179
200	.4907	222	−0.093	36	00.502	164
210	.4685	238	−0.129	28	00.666	147
220	.4447	246	−0.157	19	00.813	131
230	.4201	242	−0.176	13	00.944	117
240	.3959	233	−0.189	5	01.061	106
250	.3726	218	−0.194	1	01.167	94
260	.3508	198	−0.193	6	01.261	86
270	.3310	174	−0.187	10	01.347	79
280	.3136	147	−0.177	13	01.426	73
290	.2989	119	−0.164	18	01.499	69
300	.2870	91	−0.146	19	01.568	65
310	.2779	61	−0.127	22	01.633	64
320	.2718	30	−0.105	24	01.697	62
330	.2688	1	−0.081	26	01.759	62
340	.2689	31	−0.055	27	01.821	62
350	.2720	60	−0.028	28	01.883	64
360	.2780		0.000		01.947	

T 1897.820 e 0.3051
M 32°23′ a 2.672
ω 335 34 μ 82ˢ43
Ω 359 58
i 5 0 U 4ʲ367

(76) Freia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5180	125	+0.063	20	00.135	161
10	.5055	117	+0.043	20	00.296	153
20	.4938	108	+0.023	19	00.449	145
30	.4830	94	+0.004	18	00.594	138
40	.4736	78	−0.014	18	00.732	132
50	.4658	62	−0.032	16	00.864	128
60	.4596	45	−0.048	15	00.992	125
70	.4551	26	−0.063	12	01.117	124
80	.4525	6	−0.075	11	01.241	123
90	.4519	12	−0.086	8	01.364	123
100	.4531	31	−0.094	6	01.487	124
110	.4562	50	−0.100	3	01.611	126
120	.4612	68	−0.103	1	01.737	130
130	.4680	84	−0.104	2	01.867	134
140	.4764	99	−0.102	5	02.001	141
150	.4863	111	−0.097	8	02.142	147
160	.4974	121	−0.089	11	02.289	155
170	.5095	127	−0.078	15	02.444	164
180	.5222	131	−0.063	17	02.608	174
190	.5353	130	−0.046	19	02.782	185
200	.5483	125	−0.027	22	02.967	196
210	.5608	116	−0.005	23	03.163	208
220	.5724	99	+0.018	24	03.371	217
230	.5823	81	+0.042	23	03.588	228
240	.5904	60	+0.065	21	03.816	234
250	.5964	35	+0.086	20	04.050	241
260	.5999	9	+0.106	15	04.291	243
270	.6008	18	+0.121	11	04.534	242
280	.5990	44	+0.132	5	04.776	239
290	.5946	69	+0.137	1	05.015	233
300	.5877	90	+0.138	4	05.248	225
310	.5787	105	+0.134	8	05.473	214
320	.5682	117	+0.126	12	05.687	203
330	.5565	126	+0.114	15	05.890	193
340	.5439	129	+0.099	17	06.083	181
350	.5310	130	+0.082	19	06.264	171
360	.5180		+0.063		06.435	

T 1904.500 e 0.1699
M 180°20′ a 3.411
ω 236 12 μ 57ˢ15
Ω 212 10
i 2 2.9 U 6ʲ300

(77) Frigga

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3897	76	−0.004	18	97.550	101
10	.3821	64	+0.014	17	97.651	98
20	.3757	51	+0.031	16	97.749	96
30	.3706	37	+0.047	15	97.845	94
40	.3669	22	+0.062	12	97.939	92
50	.3647	7	+0.074	10	98.031	92
60	.3640	8	+0.084	8	98.123	92
70	.3648	24	+0.092	6	98.215	93
80	.3672	39	+0.098	3	98.308	94
90	.3711	54	+0.101	0	98.402	96
100	.3765	67	+0.101	2	98.498	99
110	.3832	79	+0.099	6	98.597	102
120	.3911	88	+0.093	8	98.699	106
130	.3999	95	+0.085	11	98.805	111
140	.4094	100	+0.074	14	98.916	116
150	.4194	102	+0.060	17	99.032	121
160	.4296	101	+0.043	18	99.153	127
170	.4397	97	+0.025	21	99.280	133
180	.4494	89	+0.004	21	99.413	139
190	.4583	77	−0.017	22	99.552	145
200	.4660	62	−0.039	21	99.697	149
210	.4722	46	−0.060	19	99.846	153
220	.4768	27	−0.079	17	99.999	155
230	.4795	8	−0.096	14	00.154	156
240	.4803	13	−0.110	10	00.310	157
250	.4790	33	−0.120	6	00.467	155
260	.4757	51	−0.126	1	00.622	151
270	.4706	66	−0.127	3	00.773	148
280	.4640	79	−0.124	7	00.921	143
290	.4561	90	−0.117	11	01.064	138
300	.4471	97	−0.106	13	01.202	132
310	.4374	101	−0.093	16	01.334	126
320	.4273	101	−0.077	17	01.460	120
330	.4172	98	−0.060	19	01.580	114
340	.4074	92	−0.041	19	01.694	110
350	.3982	85	−0.022	18	01.804	106
360	.3897		−0.004		01.910	

T 1897.765 *e* 0.1330
M 331° 14′ *a* 2.669
ω 56 51.5 *μ* 82″.56
Ω 2 4
i 2 27.5 *U* 4ª.360

(78) Diana

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4494	164	+0.189	55	99.752	136
10	.4330	169	+0.244	43	99.888	125
20	.4161	170	+0.287	31	00.013	116
30	.3991	164	+0.318	19	00.129	108
40	.3827	152	+0.337	9	00.237	100
50	.3675	137	+0.346	2	00.337	93
60	.3538	119	+0.344	10	00.430	88
70	.3419	98	+0.334	19	00.518	84
80	.3321	77	+0.315	26	00.602	80
90	.3244	55	+0.289	32	00.682	79
100	.3189	33	+0.257	38	00.761	76
110	.3156	10	+0.219	43	00.837	76
120	.3146	12	+0.176	48	00.913	75
130	.3158	33	+0.128	52	00.988	77
140	.3191	53	+0.076	54	01.065	78
150	.3244	72	+0.022	57	01.143	81
160	.3316	90	−0.035	58	01.224	83
170	.3406	106	−0.093	58	01.307	87
180	.3512	122	−0.151	57	01.394	92
190	.3634	134	−0.208	54	01.486	98
200	.3768	144	−0.262	50	01.584	104
210	.3912	151	−0.312	44	01.688	111
220	.4063	156	−0.356	36	01.799	120
230	.4219	155	−0.392	25	01.919	128
240	.4374	150	−0.417	13	02.047	138
250	.4524	138	−0.430	1	02.185	148
260	.4662	121	−0.429	16	02.333	156
270	.4783	99	−0.413	33	02.489	165
280	.4882	70	−0.380	49	02.654	171
290	.4952	37	−0.331	62	02.825	175
300	.4989	1	−0.269	74	03.000	177
310	.4990	36	−0.195	80	03.177	176
320	.4954	73	−0.115	83	03.353	171
330	.4881	105	−0.032	81	03.524	164
340	.4776	130	+0.049	75	03.688	156
350	.4646	152	+0.124	65	03.844	146
360	.4494		+0.189		03.990	

T 1899.681 *e* 0.2093
M 253° 25′ *a* 2.619
ω 148 55 *μ* 84″.94
Ω 333 52
i 8 41.3 *U* 4ª.238

(79) Eurynome

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3171	79	+0.075	23	98.064	77
10	.3092	62	+0.047	29	98.141	74
20	.3030	43	+0.018	28	98.215	73
30	.2987	23	−0.010	27	98.288	71
40	.2964	2	−0.037	26	98.359	71
50	.2962	19	−0.063	25	98.430	71
60	.2981	39	−0.088	23	98.501	72
70	.3020	59	−0.111	20	98.573	74
80	.3079	78	−0.131	18	98.647	77
90	.3157	97	−0.149	14	98.724	79
100	.3254	113	−0.163	10	98.803	84
110	.3367	127	−0.173	6	98.887	88
120	.3494	137	−0.179	1	98.975	93
130	.3631	146	−0.180	4	99.068	100
140	.3777	148	−0.176	10	99.168	107
150	.3925	147	−0.166	17	99.275	115
160	.4072	142	−0.149	23	99.390	122
170	.4214	129	−0.126	28	99.512	131
180	.4343	112	−0.098	34	99.643	138
190	.4455	89	−0.064	38	99.781	144
200	.4544	61	−0.026	40	99.925	149
210	.4605	31	+0.014	40	00.074	153
220	.4636	0	+0.054	39	00.227	154
230	.4636	32	+0.093	35	00.381	153
240	.4604	62	+0.128	29	00.534	149
250	.4542	89	+0.157	23	00.683	144
260	.4453	110	+0.180	16	00.827	137
270	.4343	128	+0.196	8	00.964	131
280	.4215	138	+0.204	0	01.095	122
290	.4077	145	+0.204	5	01.217	115
300	.3932	146	+0.199	12	01.332	108
310	.3786	143	+0.187	16	01.440	100
320	.3643	136	+0.171	20	01.540	94
330	.3507	125	+0.151	24	01.634	89
340	.3382	113	+0.127	25	01.723	84
350	.3269	98	+0.102	27	01.807	80
360	.3171		+0.075		01.887	

T 1904.337 *e* 0.1910
M 199° 25′.5 *a* 2.445
ω 198 46.5 *μ* 94″.16
Ω 206 32
i 4 36.0 *U* 3ª.823

(80) Sappho

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2618	29	+0.173	39	96.620	63
10	.2647	48	+0.134	44	96.683	65
20	.2695	68	+0.090	47	96.748	66
30	.2763	85	+0.043	50	96.814	69
40	.2848	102	−0.007	52	96.883	72
50	.2950	115	−0.059	53	96.955	76
60	.3065	128	−0.112	52	97.031	80
70	.3193	137	−0.164	51	97.111	85
80	.3330	143	−0.215	48	97.196	90
90	.3473	146	−0.263	43	97.286	97
100	.3619	146	−0.306	36	97.383	104
110	.3765	141	−0.342	27	97.487	111
120	.3906	131	−0.369	15	97.598	118
130	.4037	117	−0.384	3	97.716	125
140	.4154	98	−0.387	11	97.841	131
150	.4252	74	−0.376	25	97.972	137
160	.4326	45	−0.351	39	98.109	140
170	.4371	11	−0.312	52	98.249	142
180	.4382	23	−0.260	61	98.391	142
190	.4359	56	−0.199	68	98.533	140
200	.4303	87	−0.131	71	98.673	135
210	.4216	114	−0.060	69	98.808	128
220	.4102	136	+0.009	65	98.936	122
230	.3966	152	+0.074	59	99.058	113
240	.3814	161	+0.133	50	99.171	106
250	.3653	164	+0.183	41	99.277	98
260	.3489	160	+0.224	31	99.375	91
270	.3329	152	+0.255	21	99.466	85
280	.3177	140	+0.276	13	99.551	79
290	.3037	123	+0.289	4	99.630	74
300	.2914	105	+0.293	3	99.704	71
310	.2809	83	+0.290	11	99.775	68
320	.2726	60	+0.279	18	99.843	65
330	.2666	38	+0.261	24	99.908	64
340	.2628	16	+0.237	29	99.972	63
350	.2612	6	+0.208	35	00.035	64
360	.2618		+0.173		00.099	

T 1896.779 e 0.2007
M 19° 11′ a 2.296
ω 136 55 μ 103.°50
Ω 218 41
i 8 37.3 U 3.a479

(81) Terpsichore

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3787	98	−0.014	57	98.443	95
10	.3689	79	+0.043	53	98.538	92
20	.3610	59	+0.096	50	98.630	88
30	.3551	36	+0.146	44	98.718	86
40	.3515	15	+0.190	40	98.804	85
50	.3500	8	+0.230	33	98.889	86
60	.3508	31	+0.263	27	98.975	86
70	.3539	55	+0.290	21	99.061	87
80	.3594	79	+0.311	13	99.148	91
90	.3673	100	+0.324	5	99.239	94
100	.3773	121	+0.329	4	99.333	100
110	.3894	139	+0.325	13	99.433	105
120	.4033	154	+0.312	23	99.538	113
130	.4187	164	+0.289	33	99.651	121
140	.4351	171	+0.256	45	99.772	131
150	.4522	170	+0.211	55	99.903	143
160	.4692	163	+0.156	64	00.046	153
170	.4855	151	+0.092	73	00.199	164
180	.5006	131	+0.019	79	00.363	176
190	.5137	105	−0.060	80	00.539	186
200	.5242	75	−0.140	79	00.725	193
210	.5317	41	−0.219	72	00.918	199
220	.5358	4	−0.291	62	01.117	201
230	.5362	30	−0.353	48	01.318	199
240	.5332	63	−0.401	31	01.517	196
250	.5269	92	−0.432	15	01.713	188
260	.5177	115	−0.447	1	01.901	180
270	.5062	133	−0.446	17	02.081	170
280	.4929	146	−0.429	30	02.251	159
290	.4783	154	−0.399	41	02.410	148
300	.4629	156	−0.358	49	02.558	138
310	.4473	154	−0.309	55	02.696	129
320	.4319	149	−0.254	59	02.825	120
330	.4170	141	−0.195	61	02.945	112
340	.4029	128	−0.134	61	03.057	106
350	.3901	114	−0.073	59	03.163	99
360	.3787		−0.014		03.262	

T 1897.546 e 0.2113
M 260° 37′ a 2.853
ω 46 15 μ 74.°72
Ω 2 26
i 7 55 U 4.a819

(82) Alkmene

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4909	154	−0.069	27	00.826	159
10	.4755	165	−0.042	26	00.985	148
20	.4590	171	−0.016	24	01.133	137
30	.4419	173	+0.008	23	01.270	126
40	.4246	168	+0.031	20	01.396	117
50	.4078	158	+0.051	17	01.513	108
60	.3920	144	+0.068	14	01.621	101
70	.3776	130	+0.082	11	01.722	94
80	.3646	112	+0.093	8	01.816	90
90	.3534	89	+0.101	5	01.906	85
100	.3445	67	+0.106	2	01.991	83
110	.3378	43	+0.108	1	02.074	80
120	.3335	20	+0.107	3	02.154	80
130	.3315	4	+0.104	6	02.234	79
140	.3319	28	+0.098	8	02.313	80
150	.3347	52	+0.090	11	02.393	81
160	.3399	76	+0.079	13	02.474	83
170	.3475	97	+0.066	15	02.557	87
180	.3572	117	+0.051	18	02.644	92
190	.3689	134	+0.033	19	02.736	96
200	.3823	150	+0.014	22	02.832	103
210	.3973	161	−0.008	22	02.935	111
220	.4134	169	−0.030	23	03.046	120
230	.4303	171	−0.053	24	03.166	130
240	.4474	171	−0.077	23	03.296	140
250	.4645	161	−0.100	21	03.436	151
260	.4806	145	−0.121	19	03.587	163
270	.4951	126	−0.140	14	03.750	173
280	.5077	100	−0.154	9	03.923	182
290	.5177	67	−0.163	3	04.105	189
300	.5244	31	−0.166	3	04.294	194
310	.5275	5	−0.163	9	04.488	195
320	.5270	43	−0.154	16	04.683	193
330	.5227	77	−0.138	20	04.876	187
340	.5150	109	−0.118	23	05.063	180
350	.5041	132	−0.095	26	05.243	170
360	.4909		−0.069		05.413	

T 1904.610 e 0.2223
M 184° 23′ a 2.761
ω 106 51 μ 78.°47
Ω 26 30
i 2 51.2 U 4.a587

(83) Beatrix

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4201		−0.107		97.259	
10	.4210	9	−0.070	37	97.383	124
20	.4207	3	−0.031	39	97.508	125
30	.4190	17	+0.009	40	97.632	124
40	.4161	29	+0.049	40	97.755	123
50	.4121	40	+0.086	37	97.876	121
60	.4071	50	+0.119	33	97.994	118
70	.4014	57	+0.148	29	98.110	116
80	.3951	63	+0.172	24	98.222	112
90	.3886	65	+0.190	18	98.331	109
100	.3820	66	+0.201	11	98.436	105
110	.3755	65	+0.206	5	98.539	103
120	.3694	61	+0.204	2	98.639	100
130	.3639	55	+0.197	7	98.736	97
140	.3590	49	+0.185	12	98.830	94
150	.3549	41	+0.167	18	98.923	93
160	.3516	33	+0.145	22	99.014	91
170	.3492	24	+0.119	26	99.104	90
180	.3478	14	+0.090	29	99.194	90
190	.3474	4	+0.059	31	99.282	88
200	.3479	5	+0.026	33	99.371	89
210	.3494	15	−0.008	34	99.461	90
220	.3517	23	−0.042	34	99.551	90
230	.3549	32	−0.075	33	99.642	91
240	.3589	40	−0.107	32	99.735	93
250	.3636	47	−0.136	29	99.830	95
260	.3688	52	−0.162	26	99.927	97
270	.3746	58	−0.183	21	00.026	99
280	.3807	61	−0.200	17	00.128	102
290	.3870	63	−0.211	11	00.233	105
300	.3933	63	−0.216	5	00.341	108
310	.3994	61	−0.214	2	00.452	111
320	.4051	57	−0.205	9	00.566	114
330	.4102	51	−0.190	15	00.683	117
340	.4146	44	−0.168	22	00.803	120
350	.4179	33	−0.140	28	00.925	122
360	.4201	22	−0.107	33	01.049	124

T 1891.030 e 0.0847
M 295° 16′ a 2.431
ω 163 24 μ 94°.96
Ω 27 40
i 4 59.7 U $3^{a}.790$

(84) Klio

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2598		+0.161		02.159	
10	.2650	52	+0.205	44	02.221	62
20	.2726	76	+0.245	40	02.286	65
30	.2825	99	+0.280	35	02.354	68
40	.2947	122	+0.310	30	02.426	72
50	.3088	141	+0.333	23	02.501	75
60	.3247	159	+0.348	15	02.582	81
70	.3421	174	+0.354	6	02.670	88
80	.3606	185	+0.349	5	02.765	95
90	.3797	191	+0.333	16	02.869	104
100	.3986	189	+0.304	29	02.983	114
110	.4167	181	+0.262	42	03.106	123
120	.4330	163	+0.206	56	03.239	133
130	.4467	137	+0.138	68	03.382	143
140	.4571	104	+0.061	77	03.533	151
150	.4632	61	−0.021	82	03.691	158
160	.4650	18	−0.104	83	03.851	160
170	.4624	26	−0.183	79	04.011	160
180	.4556	68	−0.253	70	04.167	156
190	.4449	107	−0.310	57	04.317	150
200	.4311	138	−0.353	43	04.459	142
210	.4152	159	−0.380	27	04.592	133
220	.3977	175	−0.393	13	04.714	122
230	.3795	182	−0.391	2	04.827	113
240	.3613	182	−0.378	13	04.931	104
250	.3436	177	−0.355	23	05.027	96
260	.3268	168	−0.323	32	05.115	88
270	.3115	153	−0.285	38	05.197	82
280	.2977	138	−0.241	44	05.273	76
290	.2857	120	−0.194	47	05.345	72
300	.2756	101	−0.144	50	05.414	69
310	.2674	82	−0.092	52	05.480	66
320	.2615	59	−0.039	53	05.544	64
330	.2576	39	+0.013	52	05.606	62
340	.2560	16	+0.064	51	05.667	61
350	.2567	7	+0.114	50	05.729	62
360	.2598	31	+0.161	47	05.791	62

T 1904.226 e 0.2361
M 217° 5′ a 2.363
ω 12 46 μ 99°.12
Ω 327 29
i 9 21.5 U $3^{a}.632$

(85) Io

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3420		+0.187		95.881	
10	.3514	94	+0.113	74	95.968	87
20	.3622	108	+0.032	81	96.060	92
30	.3741	119	−0.054	86	96.157	97
40	.3868	127	−0.143	89	96.259	102
50	.4000	132	−0.234	91	96.368	109
60	.4135	135	−0.323	89	96.484	116
70	.4269	134	−0.407	84	96.607	123
80	.4399	130	−0.482	75	96.737	130
90	.4522	123	−0.546	64	96.876	139
100	.4637	115	−0.595	49	97.023	147
110	.4739	102	−0.626	31	97.177	154
120	.4823	84	−0.636	10	97.337	160
130	.4886	63	−0.623	13	97.504	167
140	.4926	40	−0.588	35	97.674	170
150	.4940	14	−0.530	58	97.847	173
160	.4925	15	−0.453	77	98.019	172
170	.4879	46	−0.360	93	98.189	170
180	.4802	77	−0.257	103	98.354	165
190	.4698	104	−0.148	109	98.513	159
200	.4570	128	−0.040	108	98.663	150
210	.4425	145	+0.063	103	98.804	141
220	.4268	157	+0.157	94	98.935	131
230	.4105	163	+0.240	83	99.057	122
240	.3943	162	+0.309	69	99.171	114
250	.3788	155	+0.364	55	99.276	105
260	.3645	143	+0.405	41	99.375	99
270	.3518	127	+0.434	29	99.467	92
280	.3413	105	+0.449	15	99.555	88
290	.3330	83	+0.453	4	99.638	83
300	.3271	59	+0.445	8	99.719	81
310	.3236	35	+0.426	19	99.799	80
320	.3227	9	+0.398	28	99.878	79
330	.3243	16	+0.359	39	99.956	78
340	.3281	38	+0.310	49	00.036	80
350	.3341	60	+0.253	57	00.118	82
360	.3420	79	+0.187	66	00.202	84

T 1889.113 e 0.1938
M 180° 10′ a 2.653
ω 120 16 μ 83°.31
Ω 203 47
i 11 53.9 U $4^{a}.321$

l	(86) Semele log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(87) Sylvia log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(88) Thisbe log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3906	54	−0.206	7	98.440	97	.4937	35	−0.579	31	94.318	149	.3861	94	+0.221	7	99.346	103
10	.3852	30	−0.199	12	98.537	94	.4972	48	−0.548	47	94.467	152	.3955	107	+0.228	1	99.449	108
20	.3822	6	−0.187	16	98.631	94	.5020	60	−0.501	62	94.619	156	.4062	117	+0.229	6	99.557	113
30	.3816	18	−0.171	21	98.725	95	.5080	69	−0.439	77	94.775	160	.4179	125	+0.223	14	99.670	120
40	.3834	42	−0.150	24	98.820	96	.5149	74	−0.362	90	94.935	166	.4304	129	+0.209	20	99.790	127
50	.3876	64	−0.126	29	98.916	98	.5223	77	−0.272	102	95.101	171	.4433	128	+0.189	28	99.917	135
60	.3940	87	−0.097	32	99.014	101	.5300	77	−0.170	111	95.272	178	.4561	124	+0.161	35	00.052	143
70	.4027	108	−0.065	35	99.115	106	.5377	74	−0.059	116	95.450	184	.4685	113	+0.126	42	00.195	151
80	.4135	126	−0.030	38	99.221	113	.5451	67	+0.057	119	95.634	190	.4798	98	+0.084	46	00.346	158
90	.4261	141	+0.008	40	99.334	119	.5518	60	+0.176	116	95.824	196	.4896	80	+0.038	49	00.504	165
100	.4402	154	+0.048	42	99.453	128	.5578	51	+0.292	110	96.020	201	.4976	58	−0.011	51	00.669	171
110	.4556	163	+0.090	42	99.581	137	.5629	41	+0.402	98	96.221	206	.5034	33	−0.062	50	00.840	174
120	.4719	168	+0.132	41	99.718	148	.5670	32	+0.500	84	96.427	209	.5067	6	−0.112	46	01.014	176
130	.4887	169	+0.173	39	99.866	161	.5702	22	+0.584	66	96.636	211	.5073	20	−0.158	40	01.190	175
140	.5056	165	+0.212	34	00.027	173	.5724	12	+0.650	45	96.847	213	.5053	45	−0.198	32	01.365	172
150	.5221	152	+0.246	29	00.200	186	.5736	2	+0.695	23	97.060	214	.5008	68	−0.230	24	01.537	168
160	.5373	135	+0.275	20	00.386	199	.5738	6	+0.718	1	97.274	213	.4940	87	−0.254	14	01.705	162
170	.5508	112	+0.295	11	00.585	211	.5732	15	+0.717	24	97.487	213	.4853	102	−0.268	4	01.867	155
180	.5620	84	+0.306	1	00.796	220	.5717	23	+0.693	46	97.700	211	.4751	114	−0.272	5	02.022	148
190	.5704	50	+0.305	13	01.016	228	.5694	31	+0.647	66	97.911	208	.4637	120	−0.267	13	02.170	140
200	.5754	15	+0.292	24	01.244	231	.5663	39	+0.581	84	98.119	204	.4517	123	−0.254	20	02.310	132
210	.5769	22	+0.268	34	01.475	230	.5624	48	+0.497	98	98.323	201	.4394	122	−0.234	26	02.442	125
220	.5747	58	+0.234	43	01.705	226	.5576	56	+0.399	108	98.524	196	.4272	118	−0.208	31	02.567	118
230	.5689	91	+0.191	49	01.931	219	.5520	63	+0.291	115	98.720	191	.4154	111	−0.177	34	02.685	113
240	.5598	120	+0.142	51	02.150	208	.5457	69	+0.176	117	98.911	185	.4043	101	−0.143	37	02.798	107
250	.5478	143	+0.091	52	02.358	196	.5388	72	+0.059	115	99.096	179	.3942	89	−0.106	38	02.905	102
260	.5335	159	+0.039	49	02.554	183	.5316	74	−0.056	109	99.275	173	.3853	76	−0.068	38	03.007	99
270	.5176	170	−0.010	46	02.737	170	.5242	72	−0.165	101	99.448	167	.3777	60	−0.030	39	03.106	95
280	.5006	173	−0.056	40	02.907	156	.5170	68	−0.266	90	99.615	162	.3717	43	+0.009	37	03.201	93
290	.4833	172	−0.096	34	03.063	144	.5102	62	−0.356	77	99.777	158	.3674	27	+0.046	35	03.294	92
300	.4661	166	−0.130	28	03.207	134	.5040	52	−0.433	63	99.935	153	.3647	10	+0.081	32	03.386	90
310	.4495	153	−0.158	22	03.341	124	.4988	40	−0.496	48	00.088	150	.3637	8	+0.113	30	03.476	91
320	.4342	138	−0.180	15	03.465	116	.4948	25	−0.544	32	00.238	148	.3645	27	+0.143	26	03.567	92
330	.4204	120	−0.195	9	03.581	110	.4923	11	−0.576	17	00.386	146	.3672	46	+0.169	22	03.659	93
340	.4084	100	−0.204	4	03.691	104	.4912	5	−0.593	1	00.532	146	.3718	63	+0.191	18	03.752	95
350	.3984	78	−0.208	2	03.795	100	.4917	20	−0.594	15	00.678	147	.3781	80	+0.209	12	03.847	99
360	.3906		−0.206		03.895		.4937		−0.579		00.825		.3861		+0.221		03.946	

(86) Semele		(87) Sylvia		(88) Thisbe	
T 1896.341	e 0.2213	T 1898.312	e 0.0949	T 1889.989	e 0.1639
M 203° 38′	a 3.099	M 236° 43′	a 3.485	M 25° 33′.5	a 2.766
ω 300 25	μ 66″.00	ω 265 34	μ 55″.33	ω 30 51.6	μ 78″.24
Ω 87 55		Ω 75 8		Ω 277 43	
i 4 47.6	U 5ª.455	i 10 53	U 6ª.507	i 5 14.9	U 4ª.600

(89) Julia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3091	6	+0.441	61	99.569	76
10	.3085	17	+0.502	49	99.645	76
20	.3102	43	+0.551	36	99.721	78
30	.3145	70	+0.587	22	99.799	80
40	.3215	95	+0.609	7	99.879	82
50	.3310	119	+0.616	8	99.961	87
60	.3429	140	+0.608	25	00.048	93
70	.3569	157	+0.583	44	00.141	98
80	.3726	169	+0.539	63	00.239	107
90	.3895	173	+0.476	84	00.346	116
100	.4068	167	+0.392	105	00.462	124
110	.4235	154	+0.287	123	00.586	134
120	.4389	133	+0.164	137	00.720	143
130	.4522	103	+0.027	146	00.863	152
140	.4625	69	−0.119	147	01.015	158
150	.4694	33	−0.266	141	01.173	162
160	.4727	2	−0.407	126	01.335	162
170	.4725	35	−0.533	105	01.497	161
180	.4690	62	−0.638	79	01.658	158
190	.4628	83	−0.717	51	01.816	152
200	.4545	97	−0.768	24	01.968	147
210	.4448	108	−0.792	3	02.115	139
220	.4340	113	−0.789	28	02.254	132
230	.4227	114	−0.761	49	02.386	126
240	.4113	114	−0.712	68	02.512	119
250	.3999	111	−0.644	84	02.631	114
260	.3888	108	−0.560	97	02.745	107
270	.3780	105	−0.463	105	02.852	103
280	.3675	101	−0.358	111	02.955	98
290	.3574	96	−0.247	113	03.053	93
300	.3478	92	−0.134	113	03.146	90
310	.3386	84	−0.021	109	03.236	85
320	.3302	75	+0.088	102	03.321	83
330	.3227	62	+0.190	94	03.404	80
340	.3165	47	+0.284	84	03.484	79
350	.3118	27	+0.368	73	03.563	77
360	.3091		+0.441		03.640	

T 1889.989 e 0.1832
M 237° 15′ a 2.550
ω 42 50.5 μ 88″.43
Ω 311 52.5
i 16 12.5 U 4ʲ.071

(90) Antiope

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4523	96	−0.106	5	00.216	130
10	.4619	106	−0.101	9	00.346	137
20	.4725	113	−0.092	12	00.483	143
30	.4838	117	−0.080	16	00.626	151
40	.4955	119	−0.064	18	00.777	159
50	.5074	116	−0.046	21	00.936	168
60	.5190	109	−0.025	22	01.104	177
70	.5299	97	−0.003	24	01.281	186
80	.5396	82	+0.021	24	01.467	194
90	.5478	65	+0.045	23	01.661	200
100	.5543	44	+0.068	22	01.861	206
110	.5587	21	+0.090	19	02.067	209
120	.5608	4	+0.109	14	02.276	210
130	.5604	27	+0.123	11	02.486	208
140	.5577	50	+0.134	5	02.694	204
150	.5527	69	+0.139	0	02.898	199
160	.5458	87	+0.139	4	03.097	192
170	.5371	101	+0.135	9	03.289	185
180	.5270	110	+0.126	12	03.474	175
190	.5160	115	+0.114	15	03.649	166
200	.5045	117	+0.099	18	03.815	158
210	.4928	116	+0.081	19	03.973	149
220	.4812	111	+0.062	20	04.122	141
230	.4701	103	+0.042	20	04.263	135
240	.4598	92	+0.022	20	04.398	128
250	.4506	80	+0.002	19	04.526	124
260	.4426	66	−0.017	18	04.650	120
270	.4360	50	−0.035	17	04.770	116
280	.4310	33	−0.052	15	04.886	115
290	.4277	16	−0.067	13	05.001	113
300	.4261	1	−0.080	11	05.114	113
310	.4262	19	−0.091	8	05.227	113
320	.4281	37	−0.099	6	05.340	115
330	.4318	53	−0.105	3	05.455	117
340	.4371	69	−0.108	1	05.572	120
350	.4440	83	−0.109	3	05.692	125
360	.4523		−0.106		05.817	

T 1904.391 e 0.1541
M 310° 45′ a 3.154
ω 232 39 μ 64″.27
Ω 71 11
i 2 16.3 U 5ʲ.601

(91) Aegina

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4027	77	−0.018	16	95.656	109
10	.3950	73	−0.002	16	95.765	105
20	.3877	65	+0.014	15	95.870	102
30	.3812	56	+0.029	14	95.972	99
40	.3756	45	+0.043	12	96.071	97
50	.3711	35	+0.055	11	96.168	95
60	.3676	23	+0.066	8	96.263	94
70	.3653	11	+0.074	7	96.357	93
80	.3642	2	+0.081	4	96.450	93
90	.3644	15	+0.085	2	96.543	93
100	.3659	28	+0.087	1	96.636	94
110	.3687	40	+0.086	3	96.730	96
120	.3727	51	+0.083	5	96.826	98
130	.3778	61	+0.078	8	96.924	100
140	.3839	68	+0.070	10	97.024	103
150	.3907	74	+0.060	12	97.127	107
160	.3981	79	+0.048	14	97.234	111
170	.4060	82	+0.034	16	97.345	115
180	.4142	81	+0.018	16	97.460	119
190	.4223	77	+0.002	18	97.579	124
200	.4300	72	−0.016	17	97.703	128
210	.4372	64	−0.033	17	97.831	131
220	.4436	54	−0.050	16	97.962	136
230	.4490	42	−0.066	14	98.098	139
240	.4532	27	−0.080	12	98.237	141
250	.4559	12	−0.092	8	98.378	142
260	.4571	4	−0.100	5	98.520	143
270	.4567	19	−0.105	1	98.663	142
280	.4548	34	−0.106	2	98.805	140
290	.4514	47	−0.104	5	98.945	137
300	.4467	58	−0.099	9	99.082	134
310	.4409	68	−0.090	11	99.216	131
320	.4341	75	−0.079	14	99.347	126
330	.4266	79	−0.065	15	99.473	122
340	.4187	80	−0.050	16	99.595	118
350	.4107	80	−0.034	16	99.713	113
360	.4027		−0.018		99.826	

T 1897.108 e 0.1066
M 54° 32′ a 2.591
ω 71 55 μ 86″.33
Ω 10 56
i 2 8.3 U 4ʲ.170

(92) Undina

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4600	38	−0.486	21	96.602	133
10	.4638	50	−0.507	7	96.735	135
20	.4688	62	−0.514	7	96.870	139
30	.4750	71	−0.507	22	97.009	144
40	.4821	79	−0.485	37	97.153	149
50	.4900	84	−0.448	52	97.302	154
60	.4984	86	−0.396	66	97.456	161
70	.5070	83	−0.330	80	97.617	167
80	.5153	76	−0.250	90	97.784	173
90	.5229	66	−0.160	99	97.957	179
100	.5295	54	−0.061	104	98.136	184
110	.5349	39	+0.043	105	98.320	188
120	.5388	23	+0.148	101	98.508	191
130	.5411	7	+0.249	93	98.699	192
140	.5418	9	+0.342	82	98.891	192
150	.5409	23	+0.424	66	99.083	190
160	.5386	36	+0.490	50	99.273	188
170	.5350	45	+0.540	32	99.461	185
180	.5305	52	+0.572	12	99.646	180
190	.5253	57	+0.584	6	99.826	176
200	.5196	61	+0.578	24	00.002	171
210	.5135	63	+0.554	40	00.173	167
220	.5072	62	+0.514	54	00.340	161
230	.5010	62	+0.460	67	00.501	157
240	.4948	60	+0.393	77	00.658	153
250	.4888	58	+0.316	84	00.811	148
260	.4830	56	+0.232	88	00.959	145
270	.4774	52	+0.144	91	01.104	141
280	.4722	46	+0.053	90	01.245	138
290	.4676	40	−0.037	87	01.383	135
300	.4636	33	−0.124	83	01.518	133
310	.4603	23	−0.207	75	01.651	132
320	.4580	12	−0.282	67	01.783	130
330	.4568	1	−0.349	57	01.913	130
340	.4567	10	−0.406	46	02.043	130
350	.4577	23	−0.452	34	02.173	131
360	.4600		−0.486		02.304	

T 1900.393 *e* 0.0967
M 266° 49!5 *a* 3.192
ω 221 10 *μ* 63°13
Ω 105 53
i 9 56 *U* 5ª702

(93) Minerva

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4254	107	−0.035	71	95.211	125
10	.4361	105	+0.036	74	95.336	130
20	.4466	100	+0.110	74	95.466	137
30	.4566	92	+0.184	70	95.603	143
40	.4658	81	+0.254	64	95.746	149
50	.4739	69	+0.318	56	95.895	154
60	.4808	54	+0.374	45	96.049	158
70	.4862	36	+0.419	32	96.207	162
80	.4898	19	+0.451	16	96.369	164
90	.4917	2	+0.467	0	96.533	165
100	.4919	16	+0.467	16	96.698	164
110	.4903	34	+0.451	31	96.862	163
120	.4869	51	+0.420	45	97.025	159
130	.4818	66	+0.375	56	97.184	155
140	.4752	80	+0.319	65	97.339	150
150	.4672	90	+0.254	71	97.489	144
160	.4582	99	+0.183	74	97.633	138
170	.4483	105	+0.109	73	97.771	131
180	.4378	107	+0.036	71	97.902	125
190	.4271	106	−0.035	67	98.027	119
200	.4165	102	−0.102	61	98.146	114
210	.4063	94	−0.163	53	98.260	109
220	.3969	84	−0.216	45	98.369	104
230	.3885	70	−0.261	37	98.473	101
240	.3815	54	−0.298	28	98.574	98
250	.3761	38	−0.326	18	98.672	95
260	.3723	20	−0.344	9	98.767	94
270	.3703	2	−0.353	0	98.861	94
280	.3701	17	−0.353	10	98.955	94
290	.3718	36	−0.343	18	99.049	96
300	.3754	53	−0.325	28	99.145	98
310	.3807	68	−0.297	37	99.243	100
320	.3875	81	−0.260	45	99.343	104
330	.3956	92	−0.215	53	99.447	108
340	.4048	101	−0.162	61	99.555	112
350	.4149	105	−0.101	66	99.667	118
360	.4254		−0.035		99.785	

T 1897.053 *e* 0.1397
M 213° 22' *a* 2.756
ω 270 52 *μ* 78°70
Ω 4 56
i 8 35.4 *U* 4ª574

(94) Aurora

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4747	42	−0.033	74	01.361	139
10	.4705	37	+0.041	71	01.500	137
20	.4668	30	+0.112	66	01.637	135
30	.4638	21	+0.178	61	01.772	133
40	.4617	12	+0.239	54	01.905	132
50	.4605	2	+0.293	45	02.037	132
60	.4603	8	+0.338	35	02.169	132
70	.4611	20	+0.373	26	02.301	133
80	.4631	31	+0.399	15	02.434	134
90	.4662	42	+0.414	3	02.568	137
100	.4704	52	+0.417	9	02.705	140
110	.4756	59	+0.408	20	02.845	144
120	.4815	66	+0.388	33	02.989	147
130	.4881	69	+0.355	45	03.136	152
140	.4950	70	+0.310	55	03.288	157
150	.5020	69	+0.255	65	03.445	163
160	.5089	64	+0.190	74	03.608	167
170	.5153	57	+0.116	79	03.775	172
180	.5210	47	+0.037	82	03.947	176
190	.5257	36	−0.045	83	04.123	180
200	.5293	23	−0.128	80	04.303	182
210	.5316	9	−0.208	73	04.485	184
220	.5325	2	−0.281	64	04.669	184
230	.5323	13	−0.345	52	04.853	183
240	.5310	23	−0.397	39	05.036	182
250	.5287	32	−0.436	24	05.218	179
260	.5255	41	−0.460	10	05.397	176
270	.5214	48	−0.470	6	05.573	172
280	.5166	52	−0.464	21	05.745	169
290	.5114	54	−0.443	33	05.914	165
300	.5060	54	−0.410	45	06.079	160
310	.5006	55	−0.365	55	06.239	157
320	.4951	55	−0.310	63	06.396	153
330	.4896	53	−0.247	68	06.549	149
340	.4843	50	−0.179	73	06.698	146
350	.4793	46	−0.106	73	06.844	143
360	.4747		−0.033		06.987	

T 1900.406 *e* 0.0826
M 256° 3' *a* 3.163
ω 45 22.5 *μ* 63°99
Ω 4 25
i 8 4.2 *U* 5ª626

(95) Arethusa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4143	33	+0.535	57	99.511	110
10	.4110	14	+0.478	69	99.621	109
20	.4096	3	+0.409	79	99.730	109
30	.4099	17	+0.330	89	99.839	109
40	.4116	31	+0.241	96	99.948	110
50	.4147	44	+0.145	103	00.058	113
60	.4191	55	+0.042	106	00.171	115
70	.4246	64	−0.064	107	00.286	118
80	.4310	73	−0.171	105	00.404	122
90	.4383	82	−0.276	101	00.526	126
100	.4465	88	−0.377	94	00.652	131
110	.4553	94	−0.471	83	00.783	138
120	.4647	100	−0.554	71	00.921	144
130	.4747	104	−0.625	55	01.065	149
140	.4851	107	−0.680	37	01.214	157
150	.4958	107	−0.717	15	01.371	167
160	.5065	103	−0.732	7	01.538	175
170	.5168	95	−0.725	32	01.713	181
180	.5263	82	−0.693	58	01.894	189
190	.5345	64	−0.635	81	02.083	198
200	.5409	41	−0.554	104	02.281	202
210	.5450	16	−0.450	121	02.483	203
220	.5466	14	−0.329	134	02.686	203
230	.5452	45	−0.195	139	02.889	201
240	.5407	72	−0.056	138	03.090	196
250	.5335	96	+0.082	129	03.286	188
260	.5239	117	+0.211	116	03.474	179
270	.5122	131	+0.327	98	03.653	170
280	.4991	138	+0.425	80	03.823	160
290	.4853	138	+0.505	58	03.983	149
300	.4715	131	+0.563	39	04.132	140
310	.4584	121	+0.602	20	04.272	131
320	.4463	106	+0.622	2	04.403	125
330	.4357	90	+0.624	14	04.528	121
340	.4267	72	+0.610	30	04.649	116
350	.4195	52	+0.580	45	04.765	112
360	.4143		+0.535		04.877	

T 1899.298 e 0.1550
M 320° 37′ a 3.065
ω 149 37 μ 67°.09
Ω 244 0
i 12 55.4 U 5ª.366

(96) Aegle

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5302	75	+0.591	114	98.008	188
10	.5227	89	+0.705	85	98.196	182
20	.5138	98	+0.790	57	98.378	174
30	.5040	101	+0.847	28	98.552	166
40	.4939	100	+0.875	0	98.718	158
50	.4839	94	+0.875	25	98.876	152
60	.4745	86	+0.850	48	99.028	145
70	.4659	77	+0.802	69	99.173	140
80	.4582	68	+0.733	87	99.313	136
90	.4514	60	+0.646	103	99.449	131
100	.4454	53	+0.543	116	99.580	128
110	.4401	47	+0.427	125	99.708	125
120	.4354	42	+0.302	132	99.833	123
130	.4312	37	+0.170	134	99.956	120
140	.4275	31	+0.036	134	00.076	119
150	.4244	25	−0.098	129	00.195	117
160	.4219	18	−0.227	121	00.312	116
170	.4201	8	−0.348	110	00.428	115
180	.4193	6	−0.458	98	00.543	115
190	.4199	20	−0.556	83	00.658	116
200	.4219	37	−0.639	68	00.774	117
210	.4256	55	−0.707	50	00.891	120
220	.4311	74	−0.757	31	01.011	124
230	.4385	90	−0.788	11	01.135	128
240	.4475	106	−0.799	11	01.263	134
250	.4581	119	−0.788	35	01.397	141
260	.4700	127	−0.753	59	01.538	149
270	.4827	129	−0.694	84	01.687	159
280	.4956	123	−0.610	110	01.846	169
290	.5079	110	−0.500	134	02.015	177
300	.5189	90	−0.366	154	02.192	186
310	.5279	65	−0.212	167	02.378	193
320	.5344	35	−0.045	172	02.571	197
330	.5379	4	+0.127	169	02.768	199
340	.5383	27	+0.296	157	02.967	198
350	.5356	54	+0.453	138	03.165	194
360	.5302		+0.591		03.359	

T 1897.710 e 0.1333
M 183° 0′ a 3.059
ω 200 35 μ 67°.28
Ω 322 39
i 16 2.3 U 5ª.351

(97) Klotho

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3513	163	−0.154	66	97.291	87
10	.3350	143	−0.220	55	97.378	81
20	.3207	120	−0.275	46	97.459	77
30	.3087	95	−0.321	35	97.536	73
40	.2992	65	−0.356	26	97.609	70
50	.2927	34	−0.382	16	97.679	68
60	.2893	4	−0.398	7	97.747	68
70	.2889	27	−0.405	3	97.815	69
80	.2916	58	−0.402	12	97.884	69
90	.2974	88	−0.390	22	97.953	72
100	.3062	116	−0.368	32	98.025	76
110	.3178	141	−0.336	44	98.101	80
120	.3319	163	−0.292	54	98.181	86
130	.3482	182	−0.238	66	98.267	93
140	.3664	194	−0.172	77	98.360	102
150	.3858	201	−0.095	87	98.462	111
160	.4059	201	−0.008	97	98.573	122
170	.4260	196	+0.089	102	98.695	134
180	.4456	184	+0.191	104	98.829	146
190	.4640	163	+0.295	103	98.975	158
200	.4803	139	+0.398	94	99.133	169
210	.4942	108	+0.492	80	99.302	180
220	.5050	73	+0.572	61	99.482	187
230	.5123	37	+0.633	38	99.669	192
240	.5160	2	+0.671	12	99.861	194
250	.5158	40	+0.683	15	00.055	192
260	.5118	75	+0.668	40	00.247	187
270	.5043	108	+0.628	62	00.434	178
280	.4935	137	+0.566	79	00.612	169
290	.4798	159	+0.487	91	00.781	158
300	.4639	178	+0.396	98	00.939	147
310	.4461	189	+0.298	100	01.086	134
320	.4272	195	+0.198	98	01.220	123
330	.4077	196	+0.100	93	01.343	112
340	.3881	189	+0.007	85	01.455	103
350	.3692	179	−0.078	76	01.558	94
360	.3513		−0.154		01.652	

T 1898.039 e 0.2564
M 21° 4′.5 a 2.669
ω 264 36 μ 82°.54
Ω 160 49
i 11 45.6 U 4ª.361

(98) Ianthe

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4898	113	+0.085	141	97.133	167
10	.4785	141	+0.226	126	97.300	157
20	.4644	160	+0.352	104	97.457	146
30	.4484	170	+0.456	82	97.603	136
40	.4314	171	+0.538	59	97.739	126
50	.4143	164	+0.597	37	97.865	116
60	.3979	152	+0.634	17	97.981	108
70	.3827	134	+0.651	1	98.089	101
80	.3693	113	+0.650	18	98.190	95
90	.3580	90	+0.632	33	98.285	91
100	.3490	68	+0.599	47	98.376	88
110	.3422	45	+0.552	60	98.464	86
120	.3377	24	+0.492	71	98.550	84
130	.3353	4	+0.421	81	98.634	84
140	.3349	14	+0.340	91	98.718	84
150	.3363	28	+0.249	99	98.802	85
160	.3391	43	+0.150	104	98.887	86
170	.3434	55	+0.046	108	98.973	88
180	.3489	65	−0.062	109	99.061	90
190	.3554	75	−0.171	107	99.151	94
200	.3629	84	−0.278	104	99.245	97
210	.3713	95	−0.382	97	99.342	101
220	.3808	104	−0.479	87	99.443	106
230	.3912	114	−0.566	75	99.549	111
240	.4026	123	−0.641	60	99.660	118
250	.4149	131	−0.701	43	99.778	125
260	.4280	135	−0.744	22	99.903	132
270	.4415	135	−0.766	2	00.035	141
280	.4550	130	−0.764	27	00.176	150
290	.4680	118	−0.737	54	00.326	159
300	.4798	100	−0.683	82	00.485	167
310	.4898	74	−0.601	108	00.652	175
320	.4972	41	−0.493	129	00.827	179
330	.5013	1	−0.364	145	01.006	180
340	.5014	39	−0.219	153	01.186	179
350	.4975	77	−0.066	151	01.365	174
360	.4898		+0.085		01.539	

T 1898.447 *e* 0.1877
M 331° 3′ *a* 2.688
ω 154 50 *μ* 81″.71
Ω 354 19
i 15 33.7 *U* 4ª.406

(100) Hekate

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4367	96	−0.240	35	96.293	123
10	.4463	107	−0.275	29	96.416	130
20	.4570	118	−0.304	22	96.546	136
30	.4688	124	−0.326	13	96.682	143
40	.4812	126	−0.339	3	96.825	152
50	.4938	127	−0.342	8	96.977	162
60	.5065	122	−0.334	20	97.139	171
70	.5187	113	−0.314	31	97.310	180
80	.5300	96	−0.283	43	97.490	189
90	.5396	78	−0.240	53	97.679	198
100	.5474	55	−0.187	61	97.877	204
110	.5529	30	−0.126	68	98.081	207
120	.5559	1	−0.058	70	98.288	209
130	.5560	27	+0.012	69	98.497	208
140	.5533	54	+0.081	65	98.705	204
150	.5479	77	+0.146	58	98.909	198
160	.5402	97	+0.204	48	99.107	190
170	.5305	111	+0.252	38	99.297	180
180	.5194	122	+0.290	27	99.477	171
190	.5072	128	+0.317	15	99.648	163
200	.4944	129	+0.332	4	99.811	153
210	.4815	126	+0.336	7	99.964	143
220	.4689	118	+0.329	15	00.107	136
230	.4571	109	+0.314	23	00.243	129
240	.4462	97	+0.291	31	00.372	123
250	.4365	82	+0.260	36	00.495	118
260	.4283	67	+0.224	41	00.613	114
270	.4216	52	+0.183	45	00.727	112
280	.4164	35	+0.138	47	00.839	109
290	.4129	16	+0.091	49	00.948	107
300	.4113	1	+0.042	50	01.055	107
310	.4114	18	−0.008	51	01.162	108
320	.4132	34	−0.059	49	01.270	109
330	.4166	51	−0.108	47	01.379	111
340	.4217	68	−0.155	45	01.490	114
350	.4285	82	−0.200	40	01.604	118
360	.4367		−0.240		01.722	

T 1898.039 *e* 0.1656
M 156° 20′ *a* 3.089
ω 176 49 *μ* 66″.32
Ω 128 19
i 6 23.2 *U* 5ª.429

(101) Helena

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3548	51	+0.115	68	97.837	92
10	.3599	61	+0.183	64	97.929	95
20	.3660	71	+0.247	60	98.024	98
30	.3731	81	+0.307	53	98.122	100
40	.3812	90	+0.360	44	98.222	104
50	.3902	97	+0.404	34	98.326	110
60	.3999	102	+0.438	22	98.436	115
70	.4101	103	+0.460	9	98.551	119
80	.4204	102	+0.469	5	98.670	126
90	.4306	99	+0.464	21	98.796	132
100	.4405	91	+0.443	36	98.928	138
110	.4496	77	+0.407	52	99.066	143
120	.4573	59	+0.355	67	99.209	148
130	.4632	38	+0.288	78	99.357	151
140	.4670	13	+0.210	86	99.508	153
150	.4683	13	+0.124	91	99.661	153
160	.4670	37	+0.033	91	99.814	151
170	.4633	60	−0.058	87	99.965	148
180	.4573	82	−0.145	79	00.113	143
190	.4491	98	−0.224	69	00.256	137
200	.4393	108	−0.293	56	00.393	131
210	.4285	115	−0.349	42	00.524	124
220	.4170	115	−0.391	27	00.648	118
230	.4055	113	−0.418	14	00.766	112
240	.3942	105	−0.432	1	00.878	106
250	.3837	95	−0.433	11	00.984	101
260	.3742	83	−0.422	22	01.085	98
270	.3659	68	−0.400	33	01.183	94
280	.3591	54	−0.367	41	01.277	92
290	.3537	40	−0.326	49	01.369	89
300	.3497	25	−0.277	56	01.458	88
310	.3472	10	−0.221	62	01.546	88
320	.3462	2	−0.159	66	01.634	88
330	.3464	16	−0.093	68	01.722	87
340	.3480	28	−0.025	70	01.809	88
350	.3508	40	+0.045	70	01.897	90
360	.3548		+0.115		01.987	

T 1901.805 *e* 0.1395
M 8° 57′ *a* 2.583
ω 343 58 *μ* 86″.74
Ω 343 34
i 10 10.5 *U* 4ª.150

l	(102) Miriam log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(103) Hera log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(104) Klymene log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2972	28	+0.092	27	99.057	69	.4023	36	−0.165	29	99.818	109	.4611	88	−0.100	22	96.677	129
10	.3000	54	+0.065	29	99.126	72	.4059	43	−0.194	24	99.927	111	.4523	76	−0.078	23	96.806	125
20	.3054	80	+0.036	31	99.198	73	.4102	48	−0.218	18	00.038	114	.4447	62	−0.055	24	96.931	121
30	.3134	104	+0.005	33	99.271	77	.4150	53	−0.236	12	00.152	116	.4385	46	−0.031	24	97.052	118
40	.3238	126	−0.028	33	99.348	81	.4203	58	−0.248	4	00.268	120	.4339	30	−0.007	23	97.170	116
50	.3364	146	−0.061	34	99.429	85	.4261	61	−0.252	3	00.388	122	.4309	14	+0.016	23	97.286	115
60	.3510	163	−0.095	34	99.514	93	.4322	61	−0.249	11	00.510	126	.4295	2	+0.039	22	97.401	114
70	.3673	179	−0.129	33	99.607	100	.4383	59	−0.238	19	00.636	131	.4297	19	+0.061	20	97.515	115
80	.3852	190	−0.162	31	99.707	109	.4442	55	−0.219	26	00.767	133	.4316	36	+0.081	19	97.630	116
90	.4042	196	−0.193	27	99.816	119	.4497	49	−0.193	33	00.900	136	.4352	51	+0.100	16	97.746	119
100	.4238	196	−0.220	22	99.935	130	.4546	42	−0.160	39	01.036	139	.4403	67	+0.116	14	97.865	122
110	.4434	189	−0.242	16	00.065	142	.4588	33	−0.121	44	01.175	142	.4470	81	+0.130	10	97.987	127
120	.4623	177	−0.258	8	00.207	155	.4621	20	−0.077	47	01.317	144	.4551	93	+0.140	6	98.114	132
130	.4800	155	−0.266	1	00.362	168	.4641	8	−0.030	48	01.461	145	.4644	102	+0.146	3	98.246	137
140	.4955	126	−0.265	13	00.530	178	.4649	4	+0.018	47	01.606	144	.4746	110	+0.149	2	98.383	144
150	.5081	90	−0.252	23	00.708	188	.4645	16	+0.065	45	01.750	144	.4856	114	+0.147	6	98.527	152
160	.5171	49	−0.229	33	00.896	193	.4629	28	+0.110	41	01.894	142	.4970	114	+0.141	11	98.679	161
170	.5220	4	−0.196	41	01.089	197	.4601	39	+0.151	36	02.036	141	.5084	111	+0.130	16	98.840	169
180	.5224	42	−0.155	47	01.286	194	.4562	46	+0.187	29	02.177	138	.5195	104	+0.114	21	99.009	178
190	.5182	85	−0.108	51	01.480	189	.4516	51	+0.216	21	02.315	134	.5299	94	+0.093	25	99.187	185
200	.5097	122	−0.057	50	01.669	180	.4465	57	+0.237	13	02.449	131	.5393	79	+0.068	28	99.372	193
210	.4975	154	−0.007	47	01.849	169	.4408	60	+0.250	6	02.580	128	.5472	62	+0.040	30	99.565	200
220	.4821	178	+0.040	42	02.018	157	.4348	60	+0.256	2	02.708	125	.5534	41	+0.010	32	99.765	204
230	.4643	194	+0.082	36	02.175	143	.4288	57	+0.254	11	02.833	120	.5575	18	−0.022	31	99.969	207
240	.4449	201	+0.118	29	02.318	131	.4231	54	+0.243	17	02.953	118	.5593	5	−0.053	30	00.176	208
250	.4248	201	+0.147	22	02.449	120	.4177	51	+0.226	22	03.071	115	.5588	28	−0.083	26	00.384	207
260	.4047	195	+0.169	15	02.569	108	.4126	45	+0.204	28	03.186	112	.5560	50	−0.109	22	00.591	202
270	.3852	184	+0.184	9	02.677	100	.4081	39	+0.176	34	03.298	111	.5510	69	−0.131	17	00.793	197
280	.3668	168	+0.193	3	02.777	92	.4042	31	+0.142	37	03.409	109	.5441	85	−0.148	11	00.990	190
290	.3500	148	+0.196	3	02.869	86	.4011	23	+0.105	39	03.518	107	.5356	98	−0.159	6	01.180	183
300	.3352	127	+0.193	8	02.955	80	.3988	15	+0.066	40	03.625	106	.5258	107	−0.165	0	01.363	174
310	.3225	103	+0.185	12	03.035	76	.3973	8	+0.026	41	03.731	106	.5151	112	−0.165	5	01.537	165
320	.3122	77	+0.173	15	03.111	73	.3965	1	−0.015	41	03.837	106	.5039	113	−0.160	10	01.702	157
330	.3045	50	+0.158	19	03.184	71	.3966	11	−0.056	39	03.943	106	.4926	111	−0.150	14	01.859	150
340	.2995	25	+0.139	22	03.255	70	.3977	19	−0.095	37	04.049	107	.4815	106	−0.136	17	02.009	142
350	.2970	2	+0.117	25	03.325	70	.3996	27	−0.132	33	04.156	108	.4709	98	−0.119	19	02.151	135
360	.2972		+0.092		03.395		.4023		−0.165		04.264		.4611		−0.100		02.286	

	(102) Miriam			(103) Hera			(104) Klymene		
T	1898.532	e 0.2544	T	1901.554	e 0.0785	T	1897.984	e 0.1486
M	319° 12′	a 2.660	M	173° 11′	a 2.704	M	35° 10′	a 3.157
ω	143 39	μ 82″.98	ω	185 58	μ 80″.96	ω	20 0	μ 64″.18
Ω	211 30		Ω	136 18		Ω	43 6	
i	5 5.5	U 4ª.338	i	5 24.6	U 4ª.446	i	2 52.9	U 5ª.609

l	(105) Artemis						(106) Dione						(107) Camilla					
	log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3966		+0.139		97.935		.4314		−0.194		02.438		.5510		−0.042		00.729	
		141		172		127		38		22		115		55		105		189
10	.4107		−0.033		98.062		.4276		−0.172		02.553		.5455		−0.147		00.908	
		105		181		133		21		26		113		59		97		184
20	.4212		−0.214		98.195		.4255		−0.146		02.666		.5396		−0.244		01.102	
		66		180		140		2		29		112		62		87		179
30	.4278		−0.394		98.335		.4253		−0.117		02.778		.5334		−0.331		01.281	
		26		167		142		16		33		113		60		75		174
40	.4304		−0.561		98.477		.4269		−0.084		02.891		.5274		−0.406		01.455	
		9		147		143		34		35		114		56		61		170
50	.4295		−0.708		98.620		.4303		−0.049		03.005		.5218		−0.467		01.625	
		38		119		141		50		37		116		51		46		165
60	.4257		−0.827		98.761		.4353		−0.012		03.121		.5167		−0.513		01.790	
		59		87		138		66		39		119		42		30		162
70	.4198		−0.914		98.899		.4419		+0.027		03.240		.5125		−0.543		01.952	
		73		55		134		81		39		123		32		15		159
80	.4125		−0.969		99.033		.4500		+0.066		03.363		.5093		−0.558		02.111	
		81		22		129		94		39		129		21		0		157
90	.4044		−0.991		99.162		.4594		+0.105		03.492		.5072		−0.558		02.268	
		83		10		124		104		37		134		9		17		156
100	.3961		−0.981		99.286		.4698		+0.142		03.626		.5063		−0.541		02.424	
		81		39		120		113		36		141		2		31		156
110	.3880		−0.942		99.406		.4811		+0.178		03.767		.5065		−0.510		02.580	
		81		65		115		120		32		150		13		46		156
120	.3799		−0.877		99.521		.4931		+0.210		03.917		.5078		−0.464		02.736	
		80		89		111		123		27		158		24		59		157
130	.3719		−0.788		99.632		.5054		+0.237		04.075		.5102		−0.405		02.893	
		80		110		107		121		21		167		32		71		160
140	.3639		−0.678		99.739		.5175		+0.258		04.242		.5134		−0.334		03.053	
		81		126		103		116		14		176		37		82		163
150	.3558		−0.552		99.842		.5291		+0.272		04.418		.5171		−0.252		03.216	
		84		139		100		107		5		186		42		92		165
160	.3474		−0.413		99.942		.5398		+0.277		04.604		.5213		−0.160		03.381	
		92		146		95		94		4		195		46		98		169
170	.3382		−0.267		00.037		.5492		+0.273		04.799		.5259		−0.062		03.550	
		99		149		91		78		14		202		48		102		172
180	.3283		−0.118		00.128		.5570		+0.259		05.001		.5307		+0.040		03.722	
		104		145		88		58		24		208		47		103		176
190	.3179		+0.027		00.216		.5628		+0.235		05.209		.5354		+0.143		03.898	
		108		138		83		34		33		215		45		101		180
200	.3071		+0.165		00.299		.5662		+0.202		05.424		.5399		+0.244		04.078	
		106		126		79		8		40		216		43		95		183
210	.2965		+0.291		00.378		.5670		+0.162		05.640		.5442		+0.339		04.261	
		99		112		74		17		46		214		40		87		187
220	.2866		+0.403		00.452		.5653		+0.116		05.854		.5482		+0.426		04.448	
		85		96		73		42		50		211		37		74		191
230	.2781		+0.499		00.525		.5611		+0.066		06.065		.5519		+0.500		04.639	
		66		81		70		66		51		208		34		60		193
240	.2715		+0.580		00.595		.5545		+0.015		06.273		.5553		+0.560		04.832	
		40		64		67		86		49		200		31		44		196
250	.2675		+0.644		00.662		.5459		−0.034		06.473		.5584		+0.604		05.028	
		12		48		68		103		46		191		27		25		200
260	.2663		+0.692		00.730		.5356		−0.080		06.664		.5611		+0.629		05.228	
		19		32		67		116		41		182		22		5		202
270	.2682		+0.724		00.797		.5240		−0.121		06.846		.5633		+0.634		05.430	
		53		16		69		123		35		172		18		14		203
280	.2735		+0.740		00.866		.5117		−0.156		07.018		.5651		+0.620		05.633	
		85		1		71		126		29		162		12		35		205
290	.2820		+0.739		00.937		.4991		−0.185		07.180		.5663		+0.585		05.838	
		116		20		73		126		22		153		5		53		206
300	.2936		+0.719		01.010		.4865		−0.207		07.333		.5668		+0.532		06.044	
		144		39		79		120		14		144		3		70		206
310	.3080		+0.680		01.089		.4745		−0.221		07.477		.5665		+0.462		06.250	
		167		60		85		113		7		138		11		86		205
320	.3247		+0.620		01.174		.4632		−0.228		07.615		.5654		+0.376		06.455	
		182		84		91		102		0		131		21		96		203
330	.3429		+0.536		01.265		.4530		−0.228		07.746		.5633		+0.280		06.658	
		189		109		100		88		6		125		31		105		201
340	.3618		+0.427		01.365		.4442		−0.222		07.871		.5602		+0.175		06.859	
		182		133		108		72		11		120		41		109		198
350	.3800		+0.294		01.473		.4370		−0.211		07.991		.5561		+0.066		07.057	
		166		155		118		56		17		117		51		108		193
360	.3966		+0.139		01.591		.4314		−0.194		08.108		.5510		−0.042		07.250	

(105) Artemis		(106) Dione		(107) Camilla	
T 1901.311	e 0.1757	T 1904.117	e 0.1619	T 1897.824	e 0.0688
M 96° 56′	a 2.3735	M 86° 49′	a 3.180	M 97° 8′	a 3.490
ω 54 43	μ 98″.47	ω 324 17	μ 63″.49	ω 293 58	μ 55″.21
Ω 188 7		Ω 63 6		Ω 176 6	
i 21 31	U 3a.656	i 4 36	U 5a.670	i 9 51.7	U 6a.521

(108) Hecuba

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.5482	29	+0.036	46	00.853	194
10	.5453	43	+0.082	42	01.047	191
20	.5410	55	+0.124	37	01.238	187
30	.5355	66	+0.161	31	01.425	182
40	.5289	74	+0.192	24	01.607	176
50	.5215	78	+0.216	16	01.783	169
60	.5137	80	+0.232	8	01.952	163
70	.5057	80	+0.240	1	02.115	158
80	.4977	77	+0.241	6	02.273	152
90	.4900	72	+0.235	13	02.425	147
100	.4828	65	+0.222	18	02.572	142
110	.4763	56	+0.204	24	02.714	139
120	.4707	47	+0.180	29	02.853	135
130	.4660	36	+0.151	32	02.988	133
140	.4624	25	+0.119	35	03.121	130
150	.4599	14	+0.084	37	03.251	130
160	.4585	2	+0.047	38	03.381	129
170	.4583	10	+0.009	38	03.510	129
180	.4593	22	−0.029	38	03.639	130
190	.4615	33	−0.067	37	03.769	133
200	.4648	43	−0.104	34	03.902	134
210	.4691	53	−0.138	31	04.036	137
220	.4744	62	−0.169	27	04.173	141
230	.4806	69	−0.196	22	04.314	145
240	.4875	75	−0.218	16	04.459	150
250	.4950	79	−0.234	10	04.609	156
260	.5029	79	−0.244	3	04.765	162
270	.5108	78	−0.247	5	04.927	167
280	.5186	75	−0.242	13	05.094	173
290	.5261	69	−0.229	21	05.267	180
300	.5330	60	−0.208	29	05.447	185
310	.5390	48	−0.179	35	05.632	189
320	.5438	34	−0.144	41	05.821	193
330	.5472	19	−0.103	45	06.014	195
340	.5491	3	−0.058	47	06.209	196
350	.5494	12	−0.011	47	06.405	196
360	.5482		+0.036		06.601	

T 1898.643 e 0.1047
M 57° 46′ a 3.2085
ω 174 25 μ 62°.63
Ω 352 22
i 4 23.5 U 5ª.748

(109) Felicitas

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.3266	151	−0.024	51	00.658	77
10	.3115	127	+0.027	48	00.735	73
20	.2988	99	+0.075	43	00.808	69
30	.2889	71	+0.118	38	00.877	67
40	.2818	43	+0.156	34	00.944	64
50	.2775	13	+0.190	29	01.008	64
60	.2762	18	+0.219	24	01.072	64
70	.2780	49	+0.243	18	01.136	65
80	.2829	81	+0.261	13	01.201	67
90	.2910	111	+0.274	7	01.268	70
100	.3021	140	+0.281	0	01.338	74
110	.3161	168	+0.281	7	01.412	80
120	.3329	193	+0.274	16	01.492	87
130	.3522	213	+0.258	24	01.579	95
140	.3735	229	+0.234	35	01.674	105
150	.3964	239	+0.199	45	01.779	117
160	.4203	241	+0.154	55	01.896	131
170	.4444	234	+0.099	66	02.027	146
180	.4678	218	+0.033	74	02.173	162
190	.4896	190	−0.041	80	02.335	179
200	.5086	154	−0.121	81	02.514	193
210	.5240	108	−0.202	78	02.707	205
220	.5348	57	−0.280	68	02.912	213
230	.5405	2	−0.348	55	03.125	216
240	.5407	51	−0.403	37	03.341	214
250	.5356	100	−0.440	17	03.555	205
260	.5256	144	−0.457	2	03.760	195
270	.5112	180	−0.455	19	03.955	181
280	.4932	204	−0.436	33	04.136	165
290	.4728	218	−0.403	44	04.301	150
300	.4510	225	−0.359	51	04.451	136
310	.4285	226	−0.308	56	04.587	122
320	.4059	220	−0.252	59	04.709	110
330	.3839	208	−0.193	58	04.819	100
340	.3631	192	−0.135	57	04.919	91
350	.3439	173	−0.078	54	05.010	84
360	.3266		−0.024		05.094	

T 1898.039 e 0.2960
M 115° 33′.5 a 2.6995
ω 52 23 μ 81°.16
Ω 4 34
i 8 1 U 4ª.436

(111) Ate

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.4238	81	+0.184	17	00.364	120
10	.4157	81	+0.201	11	00.484	116
20	.4076	79	+0.212	3	00.600	112
30	.3997	74	+0.215	2	00.712	108
40	.3923	68	+0.213	9	00.820	104
50	.3855	60	+0.204	14	00.924	101
60	.3795	49	+0.190	19	01.025	99
70	.3746	38	+0.171	24	01.124	97
80	.3708	28	+0.147	27	01.221	96
90	.3680	17	+0.120	30	01.317	94
100	.3663	5	+0.090	33	01.411	93
110	.3658	8	+0.057	34	01.504	94
120	.3666	19	+0.023	35	01.598	94
130	.3685	29	−0.012	35	01.692	96
140	.3714	40	−0.047	34	01.788	98
150	.3754	50	−0.081	33	01.886	99
160	.3804	58	−0.114	31	01.985	102
170	.3862	66	−0.145	27	02.087	104
180	.3928	72	−0.172	22	02.191	108
190	.4000	75	−0.194	18	02.299	112
200	.4075	78	−0.212	11	02.411	115
210	.4153	78	−0.223	5	02.526	120
220	.4231	76	−0.228	2	02.646	124
230	.4307	71	−0.226	9	02.770	129
240	.4378	62	−0.217	17	02.899	133
250	.4440	51	−0.200	24	03.032	136
260	.4491	40	−0.176	30	03.168	139
270	.4531	26	−0.146	36	03.307	141
280	.4557	10	−0.110	40	03.448	143
290	.4567	7	−0.070	42	03.591	142
300	.4560	23	−0.028	43	03.733	141
310	.4537	37	+0.015	42	03.874	140
320	.4500	51	+0.057	39	04.014	137
330	.4449	63	+0.096	35	04.151	133
340	.4386	71	+0.131	30	04.284	129
350	.4315	77	+0.161	23	04.413	125
360	.4238		+0.184		04.538	

T 1898.392 e 0.1041
M 91° 26′ a 2.5925
ω 163 35.5 μ 86°.24
Ω 306 31
i 4 56.3 U 4ª.174

l	(112) Iphigenia log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	(113) Amalthea log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	(114) Kassandra log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3295	39	+0.057	14	97.230	83	.4090	16	−0.189	19	02.304	120	.4760	64	−0.068	40	98.507	152
10	.3334	52	+0.071	12	97.313	84	.4106	5	−0.208	13	02.424	121	.4696	79	−0.108	36	98.659	147
20	.3386	65	+0.083	9	97.397	87	.4111	8	−0.221	5	02.545	121	.4617	92	−0.144	30	98.806	141
30	.3451	76	+0.092	8	97.484	90	.4103	19	−0.226	2	02.666	119	.4525	101	−0.174	22	98.947	135
40	.3527	86	+0.100	5	97.574	93	.4084	30	−0.224	10	02.785	119	.4424	107	−0.196	15	99.082	129
50	.3613	92	+0.105	2	97.667	97	.4054	40	−0.214	16	02.904	116	.4317	107	−0.211	8	99.211	122
60	.3705	97	+0.107	1	97.764	102	.4014	48	−0.198	22	03.020	114	.4210	104	−0.219	1	99.333	117
70	.3802	99	+0.106	5	97.866	106	.3966	55	−0.176	28	03.134	111	.4106	99	−0.220	5	99.450	112
80	.3901	98	+0.101	8	97.972	111	.3911	60	−0.148	31	03.245	109	.4007	91	−0.215	11	99.562	107
90	.3999	94	+0.093	11	98.083	115	.3851	64	−0.117	34	03.354	106	.3916	81	−0.204	17	99.669	102
100	.4093	85	+0.082	15	98.198	121	.3787	66	−0.083	35	03.460	103	.3835	69	−0.187	21	99.771	99
110	.4178	75	+0.067	17	98.319	125	.3721	66	−0.048	36	03.563	99	.3766	56	−0.166	25	99.870	96
120	.4253	61	+0.050	20	98.444	130	.3655	63	−0.012	36	03.662	96	.3710	42	−0.141	28	99.966	94
130	.4314	44	+0.030	21	98.574	132	.3592	60	+0.024	33	03.758	93	.3668	26	−0.113	31	00.060	93
140	.4358	26	+0.009	22	98.706	135	.3532	54	+0.057	31	03.851	91	.3642	12	−0.082	32	00.153	92
150	.4384	7	−0.013	22	98.841	135	.3478	47	+0.088	28	03.942	89	.3630	4	−0.050	34	00.245	91
160	.4391	15	−0.035	20	98.976	135	.3431	38	+0.116	24	04.031	88	.3634	18	−0.016	34	00.336	92
170	.4376	34	−0.055	18	99.111	134	.3393	29	+0.140	20	04.119	86	.3652	33	+0.018	35	00.428	93
180	.4342	51	−0.073	15	99.245	131	.3364	18	+0.160	15	04.205	85	.3685	48	+0.053	34	00.521	95
190	.4291	65	−0.088	12	99.376	128	.3346	7	+0.175	10	04.290	85	.3733	61	+0.087	32	00.616	98
200	.4226	79	−0.100	8	99.504	124	.3339	5	+0.185	5	04.375	84	.3794	73	+0.119	30	00.714	101
210	.4147	88	−0.108	5	99.628	119	.3344	17	+0.190	0	04.459	85	.3867	83	+0.149	26	00.815	103
220	.4059	95	−0.113	1	99.747	114	.3361	28	+0.190	6	04.544	86	.3950	92	+0.175	22	00.918	108
230	.3964	98	−0.114	3	99.861	110	.3389	38	+0.184	11	04.630	87	.4042	99	+0.197	18	01.026	114
240	.3866	98	−0.111	5	99.971	104	.3427	48	+0.173	16	04.717	89	.4141	104	+0.215	12	01.140	119
250	.3768	96	−0.106	10	00.075	100	.3475	55	+0.157	21	04.806	91	.4245	105	+0.227	5	01.259	124
260	.3672	89	−0.096	12	00.175	95	.3530	61	+0.136	26	04.897	94	.4350	103	+0.232	2	01.383	131
270	.3583	82	−0.084	13	00.270	92	.3591	66	+0.110	29	04.991	96	.4453	97	+0.230	9	01.514	137
280	.3501	72	−0.071	15	00.362	89	.3657	68	+0.081	33	05.087	99	.4550	89	+0.221	17	01.651	143
290	.3429	61	−0.056	16	00.451	85	.3725	69	+0.048	36	05.186	103	.4639	75	+0.204	26	01.794	147
300	.3368	48	−0.040	16	00.536	84	.3794	66	+0.012	37	05.289	106	.4714	59	+0.178	32	01.941	152
310	.3320	34	−0.024	17	00.620	82	.3860	62	−0.025	38	05.395	109	.4773	41	+0.146	38	02.093	158
320	.3286	19	−0.007	17	00.702	81	.3922	55	−0.063	36	05.504	112	.4814	19	+0.108	42	02.251	159
330	.3267	5	+0.010	17	00.783	81	.3977	48	−0.099	34	05.616	115	.4833	3	+0.066	45	02.410	159
340	.3262	9	+0.027	16	00.864	81	.4025	38	−0.133	31	05.731	117	.4830	25	+0.021	45	02.569	159
350	.3271	24	+0.043	14	00.945	81	.4063	27	−0.164	25	05.848	118	.4805	45	−0.024	44	02.728	156
360	.3295		+0.057		01.026		.4090		−0.189		05.966		.4760		−0.068		02.884	

	(112) Iphigenia		(113) Amalthea		(114) Kassandra	
	T 1897.984	e 0.1292	T 1904.226	e 0.0886	T 1889.716	e 0.1379
	M 88° 12′	a 2.433	M 345° 45′	a 2.376	M 211° 30′	a 2.676
	ω 14 9	μ 94″.84	ω 76 25.5	μ 98″.30	ω 348 48	μ 82″.23
	Ω 324 4		Ω 123 13.5		Ω 164 33	
	i 2 37.1	U $3^{a}.796$	i 5 2.2	U $3^{a}.662$	i 4 54	U $4^{a}.377$

(115) Thyra

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.2972	91	+0.315	33	97.661	72
10	.2881	68	+0.348	22	97.733	70
20	.2813	44	+0.370	13	97.803	67
30	.2769	19	+0.383	3	97.870	67
40	.2750	6	+0.386	6	97.937	67
50	.2756	32	+0.380	16	98.004	67
60	.2788	56	+0.364	25	98.071	68
70	.2844	79	+0.339	35	98.139	71
80	.2923	100	+0.304	44	98.210	74
90	.3023	117	+0.260	54	98.284	77
100	.3140	130	+0.206	63	98.361	82
110	.3270	140	+0.143	71	98.443	87
120	.3410	145	+0.072	79	98.530	93
130	.3555	146	−0.007	84	98.623	100
140	.3701	143	−0.091	86	98.723	106
150	.3844	135	−0.177	86	98.829	114
160	.3979	123	−0.263	82	98.943	120
170	.4102	108	−0.345	74	99.063	128
180	.4210	89	−0.419	63	99.191	133
190	.4299	69	−0.482	48	99.324	137
200	.4368	47	−0.530	30	99.461	142
210	.4415	23	−0.560	10	99.603	144
220	.4438	1	−0.570	10	99.747	145
230	.4437	27	−0.560	31	99.892	144
240	.4410	53	−0.529	49	00.036	141
250	.4357	75	−0.480	64	00.177	137
260	.4282	96	−0.416	76	00.314	132
270	.4186	115	−0.340	85	00.446	125
280	.4071	131	−0.255	88	00.571	119
290	.3940	142	−0.167	89	00.690	111
300	.3798	149	−0.078	85	00.801	104
310	.3649	151	+0.007	79	00.905	97
320	.3498	148	+0.086	72	01.002	91
330	.3350	140	+0.158	62	01.093	85
340	.3210	127	+0.220	53	01.178	80
350	.3083	111	+0.273	42	01.258	75
360	.2972		+0.315		01.333	

T 1897.765 e 0.1923
M 340° 57'.5 a 2.380
ω 94 3 μ 98°.04
Ω 309 11
i 11 35.5 U 3ª.672

(116) Sirona

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4913	61	−0.175	19	99.371	160
10	.4852	76	−0.156	24	99.531	156
20	.4776	89	−0.132	27	99.687	149
30	.4687	100	−0.105	30	99.836	143
40	.4587	105	−0.075	31	99.979	136
50	.4482	106	−0.044	30	00.115	130
60	.4376	106	−0.014	30	00.245	124
70	.4270	103	+0.016	28	00.369	118
80	.4167	95	+0.044	25	00.487	113
90	.4072	86	+0.069	22	00.600	107
100	.3986	75	+0.091	19	00.707	104
110	.3911	61	+0.110	15	00.811	101
120	.3850	47	+0.125	12	00.912	99
130	.3803	31	+0.137	7	01.011	96
140	.3772	14	+0.144	4	01.107	95
150	.3758	2	+0.148	0	01.202	96
160	.3760	19	+0.148	4	01.298	96
170	.3779	35	+0.144	8	01.394	97
180	.3814	51	+0.136	12	01.491	99
190	.3865	65	+0.124	15	01.590	102
200	.3930	78	+0.109	19	01.692	105
210	.4008	88	+0.090	23	01.797	109
220	.4096	97	+0.067	26	01.906	114
230	.4193	103	+0.041	28	02.020	119
240	.4296	107	+0.013	29	02.139	125
250	.4403	107	−0.016	31	02.264	132
260	.4510	103	−0.047	31	02.396	139
270	.4613	97	−0.078	29	02.535	144
280	.4710	87	−0.107	28	02.679	150
290	.4797	73	−0.135	23	02.829	157
300	.4870	57	−0.158	19	02.986	161
310	.4927	38	−0.177	13	03.147	165
320	.4965	18	−0.190	7	03.312	167
330	.4983	3	−0.197	1	03.479	168
340	.4980	24	−0.196	7	03.647	167
350	.4956	43	−0.189	14	03.814	163
360	.4913		−0.175		03.977	

T 1889.441 e 0.1403
M 158° 3' a 2.768
ω 89 5.5 μ 78°.16
Ω 64 35
i 3 35.1 U 4ª.606

(117) Lomia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4662	25	+0.142	129	97.642	142
10	.4637	28	+0.271	120	97.784	140
20	.4609	29	+0.391	106	97.924	138
30	.4580	27	+0.497	90	98.062	135
40	.4553	21	+0.587	72	98.197	134
50	.4532	14	+0.659	53	98.331	134
60	.4518	3	+0.712	33	98.465	133
70	.4515	8	+0.745	12	98.598	133
80	.4523	19	+0.757	10	98.731	134
90	.4542	29	+0.747	31	98.865	136
100	.4571	37	+0.716	52	99.001	138
110	.4608	43	+0.664	72	99.139	140
120	.4651	46	+0.592	91	99.279	143
130	.4697	46	+0.501	109	99.422	146
140	.4743	40	+0.392	124	99.568	149
150	.4783	32	+0.268	134	99.717	152
160	.4815	21	+0.134	141	99.869	154
170	.4836	10	−0.007	141	00.023	154
180	.4846	2	−0.148	136	00.177	155
190	4844	13	−0.284	127	00.332	154
200	.4831	20	−0.411	113	00.486	153
210	.4811	25	−0.524	95	00.639	151
220	.4786	27	−0.619	75	00.790	150
230	.4759	25	−0.694	54	00.940	148
240	.4734	21	−0.748	31	01.088	146
250	.4713	16	−0.779	8	01.234	145
260	.4697	10	−0.787	15	01.379	144
270	.4687	4	−0.772	37	01.523	144
280	.4683	1	−0.735	59	01.667	143
290	.4684	5	−0.676	78	01.810	144
300	.4689	6	−0.598	97	01.954	144
310	.4695	4	−0.501	113	02.098	145
320	.4699	0	−0.388	125	02.243	145
330	.4699	5	−0.263	133	02.388	145
340	.4694	12	−0.130	136	02.533	144
350	.4682	20	+0.006	136	02.677	143
360	.4662		+0.142		02.820	

T 1897.765 e 0.0267
M 332° 36' a 2.993
ω 48 38 μ 69°.52
Ω 349 33
i 14 56.3 U 5ª.178

l	(118) Peitho log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3595	107	−0.230	45	01.177	93
10	.3488	99	−0.185	47	01.270	88
20	.3389	87	−0.138	50	01.358	85
30	.3302	75	−0.088	50	01.443	82
40	.3227	61	−0.038	50	01.525	80
50	.3166	45	+0.012	48	01.605	77
60	.3121	29	+0.060	46	01.682	76
70	.3092	13	+0.106	43	01.758	75
80	.3079	6	+0.149	39	01.833	75
90	.3085	24	+0.188	33	01.908	76
100	.3109	42	+0.221	28	01.984	77
110	.3151	59	+0.249	23	02.061	79
120	.3210	77	+0.272	16	02.140	82
130	.3287	93	+0.288	9	02.222	84
140	.3380	108	+0.297	1	02.306	88
150	.3488	119	+0.298	8	02.394	93
160	.3607	127	+0.290	18	02.487	99
170	.3734	132	+0.272	27	02.586	105
180	.3866	134	+0.245	36	02.691	112
190	.4000	128	+0.209	46	02.803	118
200	.4128	116	+0.163	54	02.921	125
210	.4244	99	+0.109	60	03.046	131
220	.4343	80	+0.049	64	03.177	137
230	.4423	58	−0.015	67	03.314	142
240	.4481	31	−0.082	65	03.456	145
250	.4512	4	−0.147	60	03.601	145
260	.4516	23	−0.207	52	03.746	145
270	.4493	49	−0.259	42	03.891	143
280	.4444	71	−0.301	30	04.034	139
290	.4373	89	−0.331	18	04.173	133
300	.4284	103	−0.349	6	04.306	127
310	.4181	114	−0.355	7	04.433	122
320	.4067	119	−0.348	17	04.555	116
330	.3948	120	−0.331	26	04.671	109
340	.3828	119	−0.305	34	04.780	103
350	.3709	114	−0.271	41	04.883	98
360	.3595		−0.230		04.981	

T 1904.610 *e* 0.1640
M 263° 49′ *a* 2.4365
ω 31 11 *μ* 94°65
Ω 47 34
i 7 46.5 *U* 3ª804

l	(119) Althaea log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3749	5	+0.096	39	98.987	98
10	.3744	4	+0.057	41	99.085	98
20	.3748	12	+0.016	42	99.183	98
30	.3760	21	−0.026	41	99.281	99
40	.3781	28	−0.067	39	99.380	100
50	.3809	37	−0.106	38	99.480	102
60	.3846	44	−0.144	34	99.582	104
70	.3890	50	−0.178	29	99.686	105
80	.3940	55	−0.207	23	99.791	108
90	.3995	58	−0.230	18	99.899	112
100	.4053	61	−0.248	10	00.011	115
110	.4114	62	−0.258	3	00.126	117
120	.4176	60	−0.261	5	00.243	120
130	.4236	57	−0.256	14	00.363	125
140	.4293	52	−0.242	22	00.488	128
150	.4345	45	−0.220	29	00.616	131
160	.4390	35	−0.191	36	00.747	133
170	.4425	23	−0.155	42	00.880	134
180	.4448	11	−0.113	46	01.014	135
190	.4459	2	−0.067	48	01.149	136
200	.4457	15	−0.019	49	01.285	136
210	.4442	28	+0.030	47	01.421	134
220	.4414	39	+0.077	44	01.555	132
230	.4375	48	+0.121	40	01.687	130
240	.4327	55	+0.161	33	01.817	126
250	.4272	61	+0.194	26	01.943	123
260	.4211	64	+0.220	19	02.066	119
270	.4147	64	+0.239	11	02.185	116
280	.4083	62	+0.250	3	02.301	113
290	.4021	60	+0.253	4	02.414	109
300	.3961	55	+0.249	12	02.523	107
310	.3906	48	+0.237	18	02.630	104
320	.3858	40	+0.219	24	02.734	102
330	.3818	31	+0.195	29	02.836	101
340	.3787	23	+0.166	33	02.937	99
350	.3764	15	+0.133	37	03.036	98
360	.3749		+0.096		03.134	

T 1898.586 *e* 0.0822
M 314° 34′ *a* 2.581
ω 168 35 *μ* 86°82
Ω 203 49
i 5 44.3 *U* 4ª147

l	(120) Lachesis log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5120	24	+0.119	66	96.834	169
10	.5144	17	+0.185	60	97.003	171
20	.5161	8	+0.245	52	97.174	172
30	.5169	0	+0.297	43	97.346	171
40	.5169	8	+0.340	32	97.517	171
50	.5161	15	+0.372	20	97.688	171
60	.5146	22	+0.392	7	97.859	169
70	.5124	26	+0.399	5	98.028	167
80	.5098	30	+0.394	17	98.195	165
90	.5068	35	+0.377	29	98.360	163
100	.5033	38	+0.348	40	98.523	160
110	.4995	40	+0.308	48	98.683	157
120	.4955	41	+0.260	55	98.840	154
130	.4914	41	+0.205	60	98.994	151
140	.4873	41	+0.145	63	99.145	148
150	.4832	40	+0.082	65	99.293	146
160	.4792	38	+0.017	64	99.439	143
170	.4754	35	−0.047	62	99.582	141
180	.4719	30	−0.109	57	99.723	139
190	.4689	24	−0.166	52	99.862	137
200	.4665	17	−0.218	45	99.999	135
210	.4648	10	−0.263	38	00.134	135
220	.4638	2	−0.301	29	00.269	134
230	.4636	7	−0.330	19	00.403	135
240	.4643	16	−0.349	10	00.538	135
250	.4659	25	−0.359	1	00.673	137
260	.4684	33	−0.358	11	00.810	138
270	.4717	40	−0.347	21	00.948	141
280	.4757	45	−0.326	31	01.089	144
290	.4802	49	−0.295	41	01.233	146
300	.4851	51	−0.254	49	01.379	150
310	.4902	51	−0.205	57	01.529	154
320	.4953	49	−0.148	63	01.683	157
330	.5002	46	−0.085	67	01.840	161
340	.5048	40	−0.018	69	02.001	164
350	.5088	32	+0.051	68	02.165	167
360	.5120		+0.119		02.332	

T 1897.874 *e* 0.0611
M 202° 19′ *a* 3.1145
ω 238 31 *μ* 65°48
Ω 342 37
i 7 0.2 *U* 5ª498

(121) Hermione

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4680		−0.380		99.910	
		16		20		132
10	.4696		−0.360		00.042	
		34		30		133
20	.4730		−0.330		00.175	
		51		39		136
30	.4781		−0.291		00.311	
		65		48		140
40	.4846		−0.243		00.451	
		77		57		145
50	.4923		−0.186		00.596	
		88		65		150
60	.5011		−0.121		00.746	
		97		71		157
70	.5108		−0.050		00.903	
		102		76		164
80	.5210		+0.026		01.067	
		104		79		172
90	.5314		+0.105		01.239	
		104		79		181
100	.5418		+0.184		01.420	
		100		77		189
110	.5518		+0.261		01.609	
		94		72		198
120	.5612		+0.333		01.807	
		85		63		206
130	.5697		+0.396		02.013	
		73		53		214
140	.5770		+0.449		02.227	
		59		39		220
150	.5829		+0.488		02.447	
		42		23		226
160	.5871		+0.511		02.673	
		25		5		229
170	.5896		+0.516		02.902	
		7		12		231
180	.5903		+0.504		03.133	
		12		30		230
190	.5891		+0.474		03.363	
		31		45		228
200	.5860		+0.429		03.591	
		49		60		224
210	.5811		+0.369		03.815	
		66		71		219
220	.5745		+0.298		04.034	
		81		78		211
230	.5664		+0.220		04.245	
		93		82		202
240	.5571		+0.138		04.447	
		102		83		193
250	.5469		+0.055		04.640	
		107		82		185
260	.5362		−0.027		04.825	
		109		76		176
270	.5253		−0.103		05.001	
		108		70		167
280	.5145		−0.173		05.168	
		103		61		158
290	.5042		−0.234		05.326	
		95		51		151
300	.4947		−0.285		05.477	
		83		42		146
310	.4864		−0.327		05.623	
		70		32		142
320	.4794		−0.359		05.765	
		55		21		137
330	.4739		−0.380		05.902	
		38		10		134
340	.4701		−0.390		06.036	
		20		0		132
350	.4681		−0.390		06.168	
		1		10		132
360	.4680		−0.380		06.300	

T 1904.391 e 0.1401
M 254° 26′ a 3.443
ω 280 32.5 μ 56″.34
Ω 76 40
i 7 35 U 6ª.390

(122) Gerda

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5289		−0.002		96.361	
		6		17		178
10	.5295		−0.019		96.539	
		3		16		177
20	.5292		−0.035		96.716	
		10		14		177
30	.5282		−0.049		96.893	
		18		13		175
40	.5264		−0.062		97.068	
		23		11		174
50	.5241		−0.073		97.242	
		28		9		173
60	.5213		−0.082		97.415	
		33		6		170
70	.5180		−0.088		97.585	
		37		3		166
80	.5143		−0.091		97.751	
		39		0		164
90	.5104		−0.091		97.915	
		40		3		163
100	.5064		−0.088		98.078	
		39		5		159
110	.5025		−0.083		98.237	
		38		7		155
120	.4987		−0.076		98.392	
		36		10		153
130	.4951		−0.066		98.545	
		32		12		150
140	.4919		−0.054		98.695	
		27		12		149
150	.4892		−0.042		98.844	
		22		14		147
160	.4870		−0.028		98.991	
		16		15		145
170	.4854		−0.013		99.136	
		11		15		145
180	.4843		+0.002		99.281	
		4		15		144
190	.4839		+0.017		99.425	
		2		14		144
200	.4841		+0.031		99.569	
		8		14		144
210	.4849		+0.045		99.713	
		14		12		145
220	.4863		+0.057		99.858	
		21		11		147
230	.4884		+0.068		00.005	
		26		8		148
240	.4910		+0.076		00.153	
		31		7		150
250	.4941		+0.083		00.303	
		34		4		152
260	.4975		+0.087		00.455	
		37		2		155
270	.5012		+0.089		00.610	
		40		1		157
280	.5052		+0.088		00.767	
		41		4		160
290	.5093		+0.084		00.927	
		40		6		164
300	.5133		+0.078		01.091	
		37		8		167
310	.5170		+0.070		01.258	
		33		12		169
320	.5203		+0.058		01.427	
		30		13		171
330	.5233		+0.045		01.598	
		26		15		174
340	.5259		+0.030		01.772	
		19		16		176
350	.5278		+0.014		01.948	
		11		16		177
360	.5289		−0.002		02.125	

T 1904.007 e 0.0525
M 284° 50′ a 3.2145
ω 12 51 μ 62″.46
Ω 178 39
i 1 36.6 U 5ª.764

(123) Brunhild

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4049		+0.224		99.602	
		84		23		108
10	.3965		+0.247		99.710	
		74		15		105
20	.3891		+0.262		99.815	
		62		7		101
30	.3829		+0.269		99.916	
		50		0		99
40	.3779		+0.269		00.015	
		36		8		97
50	.3743		+0.261		00.112	
		20		14		95
60	.3723		+0.247		00.207	
		4		21		95
70	.3719		+0.226		00.302	
		11		27		96
80	.3730		+0.199		00.398	
		25		33		96
90	.3755		+0.166		00.494	
		38		37		98
100	.3793		+0.129		00.592	
		51		42		100
110	.3844		+0.087		00.692	
		61		46		102
120	.3905		+0.041		00.794	
		71		48		105
130	.3976		−0.007		00.899	
		78		50		109
140	.4054		−0.057		01.008	
		84		50		113
150	.4138		−0.107		01.121	
		88		49		117
160	.4226		−0.156		01.238	
		89		46		123
170	.4315		−0.202		01.361	
		87		41		128
180	.4402		−0.243		01.489	
		84		35		133
190	.4486		−0.278		01.622	
		78		28		138
200	.4564		−0.306		01.760	
		70		18		142
210	.4634		−0.324		01.902	
		59		8		147
220	.4693		−0.332		02.049	
		46		3		151
230	.4739		−0.329		02.200	
		31		15		153
240	.4770		−0.314		02.353	
		15		25		155
250	.4785		−0.289		02.508	
		3		35		155
260	.4782		−0.254		02.663	
		21		44		154
270	.4761		−0.210		02.817	
		38		51		153
280	.4723		−0.159		02.970	
		55		54		150
290	.4668		−0.105		03.120	
		69		57		145
300	.4599		−0.048		03.265	
		81		56		140
310	.4518		+0.008		03.405	
		89		54		134
320	.4429		+0.062		03.539	
		95		50		129
330	.4334		+0.112		03.668	
		97		44		124
340	.4237		+0.156		03.792	
		96		38		118
350	.4141		+0.194		03.910	
		92		30		113
360	.4049		+0.224		04.023	

T 1898.477 e 0.1222
M 210° 35′.5 a 2.694
ω 122 15 μ 81″.43
Ω 308 30
i 6 25.5 U 4ª.421

l	(124) Alkeste						(125) Liberatrix						(126) Velleda					
	log $r\cos b$		$r\sin b$		t		log $r\cos b$		$r\sin b$		t		log $r\cos b$		$r\sin b$		t	
0°	.4307	54	+0.020	24	98.552	127	.4332	58	−0.040	38	95.467	126	.3396	20	−0.044	18	99.180	86
10	.4361	49	−0.004	24	98.679	129	.4390	57	−0.078	37	95.593	129	.3416	32	−0.026	19	99.266	87
20	.4410	41	−0.028	24	98.808	132	.4447	55	−0.115	34	95.722	133	.3448	43	−0.007	20	99.353	88
30	.4451	32	−0.052	23	98.940	134	.4502	51	−0.149	30	95.855	136	.3491	53	+0.013	20	99.441	89
40	.4483	22	−0.075	21	99.074	136	.4553	45	−0.179	24	95.991	139	.3544	62	+0.033	20	99.530	93
50	.4505	12	−0.096	17	99.210	138	.4598	38	−0.203	19	96.130	141	.3606	69	+0.053	18	99.623	97
60	.4517	1	−0.113	14	99.348	138	.4636	30	−0.222	12	96.271	144	.3675	75	+0.071	17	99.720	99
70	.4518	9	−0.127	10	99.486	138	.4666	20	−0.234	4	96.415	145	.3750	78	+0.088	15	99.819	102
80	.4509	21	−0.137	5	99.624	137	.4686	11	−0.238	3	96.560	146	.3828	80	+0.103	13	99.921	107
90	.4488	30	−0.142	1	99.761	135	.4697	0	−0.235	11	96.706	147	.3908	78	+0.116	9	00.028	110
100	.4458	38	−0.143	4	99.896	133	.4697	10	−0.224	19	96.853	146	.3986	75	+0.125	6	00.138	114
110	.4420	46	−0.139	9	00.029	131	.4687	21	−0.205	25	96.999	146	.4061	69	+0.131	1	00.252	118
120	.4374	52	−0.130	12	00.160	127	.4666	31	−0.180	30	97.145	144	.4130	60	+0.132	3	00.370	122
130	.4322	55	−0.118	16	00.287	125	.4635	39	−0.150	35	97.289	141	.4190	50	+0.129	7	00.492	125
140	.4267	57	−0.102	18	00.412	121	.4596	46	−0.115	38	97.430	139	.4240	37	+0.122	12	00.617	128
150	.4210	58	−0.084	21	00.533	118	.4550	53	−0.077	39	97.569	135	.4277	23	+0.110	15	00.745	129
160	.4152	57	−0.063	21	00.651	114	.4497	58	−0.038	40	97.704	132	.4300	8	+0.095	19	00.874	130
170	.4095	54	−0.042	23	00.765	112	.4439	60	+0.002	39	97.836	129	.4308	8	+0.076	21	01.004	130
180	.4041	50	−0.019	22	00.877	109	.4379	61	+0.041	36	97.965	125	.4300	24	+0.055	23	01.134	129
190	.3991	44	+0.003	22	00.986	107	.4318	59	+0.077	33	98.090	121	.4276	38	+0.032	24	01.263	127
200	.3947	38	+0.025	21	01.093	105	.4259	56	+0.110	29	98.211	118	.4238	51	+0.008	24	01.390	124
210	.3909	30	+0.046	19	01.198	103	.4203	51	+0.139	24	98.329	116	.4187	62	−0.016	22	01.514	121
220	.3879	21	+0.065	17	01.301	102	.4152	45	+0.163	19	98.445	113	.4125	71	−0.038	20	01.635	118
230	.3858	12	+0.082	15	01.403	102	.4107	37	+0.182	13	98.558	111	.4054	78	−0.058	17	01.753	114
240	.3846	3	+0.097	12	01.505	100	.4070	28	+0.195	8	98.669	109	.3976	81	−0.075	16	01.867	110
250	.3843	7	+0.109	9	01.605	101	.4042	19	+0.203	2	98.778	108	.3895	81	−0.091	12	01.977	106
260	.3850	17	+0.118	5	01.706	102	.4023	8	+0.205	4	98.886	108	.3814	80	−0.103	8	02.083	102
270	.3867	26	+0.123	2	01.808	103	.4015	2	+0.201	10	98.994	107	.3734	75	−0.111	5	02.185	98
280	.3893	34	+0.125	1	01.911	105	.4017	13	+0.191	14	99.101	108	.3659	69	−0.116	1	02.283	95
290	.3927	42	+0.124	5	02.016	106	.4030	22	+0.177	20	99.209	108	.3590	61	−0.117	2	02.378	92
300	.3969	49	+0.119	9	02.122	108	.4052	31	+0.157	25	99.317	110	.3529	51	−0.115	6	02.470	90
310	.4018	55	+0.110	12	02.230	111	.4083	39	+0.132	29	99.427	112	.3478	40	−0.109	8	02.560	88
320	.4073	58	+0.098	16	02.341	114	.4122	46	+0.103	33	99.539	114	.3438	29	−0.101	11	02.648	87
330	.4131	59	+0.082	18	02.455	116	.4168	51	+0.070	35	99.653	116	.3409	17	−0.090	13	02.735	85
340	.4190	59	+0.064	21	02.571	120	.4219	55	+0.035	37	99.769	119	.3392	4	−0.077	16	02.820	85
350	.4249	58	+0.043	23	02.691	124	.4274	58	−0.002	38	99.888	123	.3388	8	−0.061	17	02.905	85
360	.4307		+0.020		02.815		.4332		−0.040		00.011		.3396		−0.044		02.990	

(124) Alkeste		(125) Liberatrix		(126) Velleda	
T 1890.920	e 0.0777	T 1897.053	e 0.0785	T 1899.955	e 0.1057
M 180° 26′	a 2.629	M 202° 46′	a 2.743	M 81° 59′	a 2.439
ω 58 15	μ 84″.44	ω 104 33	μ 79″.23	ω 325 47	μ 94″.51
Ω 188 28.5		Ω 169 28		Ω 23 19	
i 2 55.5	U 4a.263	i 4 38	U 4a.544	i 2 56	U 3a.810

(127) Johanna

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4527	40	−0.217	66	99.807	135
10	.4487	45	−0.151	69	99.942	133
20	.4442	49	−0.082	70	00.075	129
30	.4393	51	−0.012	69	00.204	127
40	.4342	52	+0.057	65	00.331	124
50	.4290	51	+0.122	60	00.455	121
60	.4239	48	+0.182	54	00.576	118
70	.4191	43	+0.236	46	00.694	115
80	.4148	36	+0.282	37	00.809	113
90	.4112	28	+0.319	27	00.922	112
100	.4084	18	+0.346	17	01.034	111
110	.4066	7	+0.363	7	01.145	110
120	.4059	3	+0.370	3	01.255	110
130	.4062	13	+0.367	14	01.365	110
140	.4075	24	+0.353	24	01.475	110
150	.4099	33	+0.329	33	01.585	112
160	.4132	41	+0.296	43	01.697	116
170	.4173	46	+0.253	51	01.813	118
180	.4219	49	+0.202	58	01.931	120
190	.4268	51	+0.144	64	02.051	122
200	.4319	52	+0.080	68	02.173	125
210	.4371	50	+0.012	70	02.298	128
220	.4421	46	−0.058	69	02.426	132
230	.4467	42	−0.127	67	02.558	134
240	.4509	36	−0.194	62	02.692	136
250	.4545	31	−0.256	55	02.828	138
260	.4576	24	−0.311	45	02.966	140
270	.4600	17	−0.356	35	03.106	142
280	.4617	12	−0.391	22	03.248	143
290	.4629	5	−0.413	9	03.391	143
300	.4634	2	−0.422	4	03.534	143
310	.4632	8	−0.418	18	03.677	143
320	.4624	15	−0.400	30	03.820	142
330	.4609	21	−0.370	42	03.962	141
340	.4588	27	−0.328	52	04.103	139
350	.4561	34	−0.276	59	04.242	137
360	.4527		−0.217		04.379	

T 1890.756 *e* 0.0661
M 251°24′ *a* 2.755
ω 90 26 *μ* 78″.72
Ω 31 46
i 8 16 *U* 4ª.572

(128) Nemesis

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3802	15	−0.256	15	95.058	98
10	.3787	1	−0.241	22	95.156	97
20	.3788	16	−0.219	28	95.253	97
30	.3804	30	−0.191	33	95.350	99
40	.3834	44	−0.158	38	95.449	100
50	.3878	56	−0.120	42	95.549	103
60	.3934	67	−0.078	46	95.652	105
70	.4001	76	−0.032	48	95.757	109
80	.4077	83	+0.016	50	95.866	114
90	.4160	89	+0.066	50	95.980	118
100	.4249	92	+0.116	48	96.098	123
110	.4341	92	+0.164	45	96.221	128
120	.4433	89	+0.209	40	96.349	133
130	.4522	85	+0.249	34	96.482	139
140	.4607	78	+0.283	26	96.621	145
150	.4685	69	+0.309	16	96.766	149
160	.4754	56	+0.325	6	96.915	154
170	.4810	41	+0.331	5	97.069	157
180	.4851	26	+0.326	17	97.226	160
190	.4877	8	+0.309	28	97.386	161
200	.4885	11	+0.281	37	97.547	161
210	.4874	29	+0.244	45	97.708	160
220	.4845	45	+0.199	51	97.868	157
230	.4800	61	+0.148	55	98.025	153
240	.4739	75	+0.093	56	98.178	148
250	.4664	87	+0.037	55	98.326	143
260	.4577	94	−0.018	53	98.469	137
270	.4483	99	−0.071	48	98.606	131
280	.4384	99	−0.119	42	98.737	125
290	.4285	97	−0.161	36	98.862	120
300	.4188	92	−0.197	29	98.982	114
310	.4096	84	−0.226	21	99.096	110
320	.4012	73	−0.247	13	99.206	106
330	.3939	60	−0.260	6	99.312	103
340	.3879	46	−0.266	1	99.415	100
350	.3833	31	−0.265	9	99.515	98
360	.3802		−0.256		99.613	

T 1897.053 *e* 0.1259
M 144° 20′ *a* 2.748
ω 300 33 *μ* 79″.03
Ω 76 37
i 6 15 *U* 4ª.555

(131) Vala

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4051	34	−0.201	17	97.333	117
10	.4085	27	−0.184	24	97.450	118
20	.4112	18	−0.160	29	97.568	120
30	.4130	9	−0.131	34	97.688	120
40	.4139	1	−0.097	37	97.808	120
50	.4138	12	−0.060	38	97.928	120
60	.4126	22	−0.022	40	98.048	120
70	.4104	31	+0.018	38	98.168	118
80	.4073	39	+0.056	35	98.286	116
90	.4034	45	+0.091	32	98.402	113
100	.3989	50	+0.123	28	98.515	111
110	.3939	53	+0.151	22	98.626	109
120	.3886	53	+0.173	17	98.735	106
130	.3833	52	+0.190	10	98.841	103
140	.3781	50	+0.200	4	98.944	101
150	.3731	46	+0.204	2	99.045	99
160	.3685	40	+0.202	7	99.144	97
170	.3645	33	+0.195	13	99.241	95
180	.3612	27	+0.182	18	99.336	94
190	.3585	19	+0.164	23	99.430	93
200	.3566	10	+0.141	26	99.523	93
210	.3556	3	+0.115	30	99.616	92
220	.3553	4	+0.085	32	99.708	92
230	.3557	12	+0.053	34	99.800	92
240	.3569	20	+0.019	35	99.892	93
250	.3589	26	−0.016	34	99.985	95
260	.3615	33	−0.050	33	00.080	95
270	.3648	37	−0.083	32	00.175	97
280	.3685	41	−0.115	29	00.272	99
290	.3726	45	−0.144	25	00.371	101
300	.3771	48	−0.169	20	00.472	103
310	.3819	50	−0.189	15	00.575	105
320	.3869	49	−0.204	9	00.680	107
330	.3918	47	−0.213	3	00.787	110
340	.3965	45	−0.216	4	00.897	112
350	.4010	41	−0.212	11	01.009	114
360	.4051		−0.201		01.123	

T 1898.970 *e* 0.0674
M 288°37′ *a* 2.431
ω 155 55 *μ* 94″.95
Ω 65 30
i 4 58 *U* 3ª.790

(133) Cyrene

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5025	93	+0.253	57	00.712	167
10	.5118	83	+0.310	49	00.879	173
20	.5201	71	+0.359	39	01.052	181
30	.5272	56	+0.398	27	01.233	186
40	.5328	40	+0.425	12	01.419	189
50	.5368	23	+0.437	3	01.608	191
60	.5391	3	+0.434	18	01.799	194
70	.5394	16	+0.416	32	01.993	194
80	.5378	34	+0.384	45	02.187	191
90	.5344	53	+0.339	56	02.378	188
100	.5291	70	+0.283	64	02.566	182
110	.5221	85	+0.219	69	02.748	175
120	.5136	96	+0.150	71	02.923	168
130	.5040	104	+0.079	70	03.091	161
140	.4936	109	+0.009	67	03.252	153
150	.4827	110	−0.058	63	03.405	145
160	.4717	106	−0.121	55	03.550	139
170	.4611	100	−0.176	48	03.689	132
180	.4511	92	−0.224	40	03.821	126
190	.4419	81	−0.264	31	03.947	121
200	.4338	67	−0.295	22	04.068	117
210	.4271	50	−0.317	12	04.185	114
220	.4221	33	−0.329	4	04.299	112
230	.4188	16	−0.333	5	04.411	111
240	.4172	2	−0.328	14	04.522	111
250	.4174	20	−0.314	22	04.633	111
260	.4194	37	−0.292	30	04.744	112
270	.4231	53	−0.262	37	04.856	115
280	.4284	67	−0.225	45	04.971	118
290	.4351	79	−0.180	52	05.089	122
300	.4430	89	−0.128	58	05.211	127
310	.4519	97	−0.070	62	05.338	132
320	.4616	101	−0.008	65	05.470	139
330	.4717	104	+0.057	67	05.609	145
340	.4821	104	+0.124	66	05.754	152
350	.4925	100	+0.190	63	05.906	160
360	.5025		+0.253		06.066	

T 1898.039 *e* 0.1401
M 280° 5′ *a* 3.061
ω 283 58 *μ* 67.″23
Ω 321 17
i 7 14 *U* 5ª.354

(134) Sophrosyne

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3845	85	+0.119	78	98.328	103
10	.3760	79	+0.197	70	98.431	98
20	.3681	70	+0.267	60	98.529	95
30	.3611	59	+0.327	49	98.624	93
40	.3552	44	+0.376	38	98.717	91
50	.3508	28	+0.414	26	98.808	89
60	.3480	10	+0.440	15	98.897	88
70	.3470	8	+0.455	2	98.985	89
80	.3478	26	+0.457	10	99.074	89
90	.3504	44	+0.447	22	99.163	90
100	.3548	60	+0.425	34	99.253	93
110	.3608	73	+0.391	45	99.346	95
120	.3681	84	+0.346	58	99.441	99
130	.3765	90	+0.288	68	99.540	103
140	.3855	94	+0.220	78	99.643	108
150	.3949	94	+0.142	86	99.751	112
160	.4043	90	+0.056	92	99.863	117
170	.4133	83	−0.036	94	99.980	122
180	.4216	74	−0.130	93	00.102	127
190	.4290	63	−0.223	89	00.229	130
200	.4353	50	−0.312	80	00.359	134
210	.4403	36	−0.392	69	00.493	136
220	.4439	24	−0.461	55	00.629	138
230	.4463	12	−0.516	38	00.767	140
240	.4475	1	−0.554	19	00.907	140
250	.4474	12	−0.573	0	01.047	139
260	.4462	22	−0.573	19	01.186	139
270	.4440	33	−0.554	36	01.325	137
280	.4407	43	−0.518	52	01.462	135
290	.4364	52	−0.466	66	01.597	131
300	.4312	62	−0.400	78	01.728	128
310	.4250	71	−0.322	85	01.856	124
320	.4179	78	−0.237	90	01.980	120
330	.4101	83	−0.147	91	02.100	116
340	.4018	86	−0.056	90	02.216	111
350	.3932	87	+0.034	85	02.327	107
360	.3845		+0.119		02.434	

T 1904.226 *e* 0.1151
M 100° 48′ *a* 2.564
ω 82 19 *μ* 87.″68
Ω 346 9
i 11 36.5 *U* 4ª.106

(136) Austria

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3301	47	+0.039	63	99.987	86
10	.3348	50	−0.024	64	00.073	88
20	.3398	52	−0.088	63	00.161	90
30	.3450	53	−0.151	59	00.251	93
40	.3503	54	−0.210	54	00.344	95
50	.3557	54	−0.264	48	00.439	98
60	.3611	53	−0.312	39	00.537	100
70	.3664	51	−0.351	29	00.637	102
80	.3715	49	−0.380	18	00.739	104
90	.3764	44	−0.398	6	00.843	107
100	.3808	38	−0.404	8	00.950	109
110	.3846	32	−0.396	20	01.059	111
120	.3878	24	−0.376	33	01.170	112
130	.3902	13	−0.343	44	01.282	113
140	.3915	1	−0.299	54	01.395	114
150	.3916	12	−0.245	62	01.509	113
160	.3904	27	−0.183	68	01.622	112
170	.3877	39	−0.115	71	01.734	110
180	.3838	51	−0.044	71	01.844	108
190	.3787	61	+0.027	68	01.952	106
200	.3726	69	+0.095	63	02.058	102
210	.3657	73	+0.158	56	02.160	99
220	.3584	75	+0.214	48	02.259	96
230	.3509	73	+0.262	38	02.355	92
240	.3436	68	+0.300	28	02.447	89
250	.3368	61	+0.328	18	02.536	87
260	.3307	51	+0.346	8	02.623	85
270	.3256	40	+0.354	2	02.708	83
280	.3216	28	+0.352	11	02.791	82
290	.3188	15	+0.341	21	02.873	81
300	.3173	4	+0.320	29	02.954	80
310	.3169	8	+0.291	38	03.034	81
320	.3177	19	+0.253	45	03.115	81
330	.3196	28	+0.208	52	03.196	82
340	.3224	35	+0.156	57	03.278	83
350	.3259	42	+0.099	60	03.361	85
360	.3301		+0.039		03.446	

T 1898.203 *e* 0.0848
M 211° 14′ *a* 2.287
ω 130 29 *μ* 104.″07
Ω 186 12
i 9 33.3 *U* 3ª.459

(137) Meliboea

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4121	138	+0.246	97	98.135	114
10	.4259	149	+0.149	107	98.249	122
20	.4408	158	+0.042	117	98.371	131
30	.4566	160	−0.075	124	98.502	141
40	.4726	160	−0.199	126	98.643	152
50	.4886	155	−0.325	124	98.795	163
60	.5041	146	−0.449	118	98.958	175
70	.5187	134	−0.567	106	99.133	186
80	.5321	118	−0.673	87	99.319	198
90	.5439	98	−0.760	65	99.517	208
100	.5537	77	−0.825	38	99.725	217
110	.5614	52	−0.863	7	99.942	223
120	.5666	25	−0.870	26	00.165	227
130	.5691	5	−0.844	57	00.392	228
140	.5686	37	−0.787	85	00.620	226
150	.5649	68	−0.702	110	00.846	220
160	.5581	97	−0.592	127	01.066	212
170	.5484	124	−0.465	138	01.278	202
180	.5360	147	−0.327	141	01.480	189
190	.5213	166	−0.186	138	01.669	176
200	.5047	178	−0.048	129	01.845	163
210	.4869	183	+0.081	116	02.008	150
220	.4686	180	+0.197	100	02.158	138
230	.4506	171	+0.297	85	02.296	127
240	.4335	157	+0.382	68	02.423	117
250	.4178	138	+0.450	51	02.540	110
260	.4040	115	+0.501	36	02.650	104
270	.3925	90	+0.537	21	02.754	99
280	.3835	61	+0.558	7	02.853	95
290	.3774	32	+0.565	6	02.948	94
300	.3742	3	+0.559	20	03.042	93
310	.3739	26	+0.539	33	03.135	93
320	.3765	53	+0.506	46	03.228	95
330	.3818	78	+0.460	59	03.323	98
340	.3896	102	+0.401	71	03.421	102
350	.3998	123	+0.330	84	03.523	108
360	.4121		+0.246		03.631	

T 1898.860 *e* 0.2210
M 80° 12′ *a* 3.115
ω 105 36 *μ* 65°.49
Ω 203 39
i 13 21 *U* 5ª.496

(138) Tolosa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3321	89	−0.099	12	98.300	85
10	.3410	102	−0.087	15	98.385	88
20	.3512	113	−0.072	18	98.473	93
30	.3625	119	−0.054	20	98.566	98
40	.3744	123	−0.034	23	98.664	104
50	.3867	123	−0.011	24	98.768	110
60	.3990	120	+0.013	25	98.878	116
70	.4110	112	+0.038	25	98.994	123
80	.4222	100	+0.063	24	99.117	129
90	.4322	84	+0.087	23	99.246	134
100	.4406	65	+0.110	20	99.380	139
110	.4471	44	+0.130	15	99.519	143
120	.4515	19	+0.145	10	99.662	145
130	.4534	6	+0.155	4	99.807	146
140	.4528	30	+0.159	1	99.953	144
150	.4498	54	+0.158	7	00.097	142
160	.4444	75	+0.151	12	00.239	137
170	.4369	92	+0.139	16	00.376	132
180	.4277	106	+0.123	19	00.508	126
190	.4171	115	+0.104	22	00.634	120
200	.4056	121	+0.082	23	00.754	113
210	.3935	122	+0.059	24	00.867	107
220	.3813	121	+0.035	24	00.974	101
230	.3692	116	+0.011	23	01.075	96
240	.3576	107	−0.012	21	01.171	91
250	.3469	96	−0.033	19	01.262	87
260	.3373	83	−0.052	17	01.349	83
270	.3290	68	−0.069	15	01.432	81
280	.3222	51	−0.084	12	01.513	79
290	.3171	33	−0.096	9	01.592	77
300	.3138	15	−0.105	6	01.669	76
310	.3123	3	−0.111	4	01.745	76
320	.3126	22	−0.115	0	01.821	77
330	.3148	41	−0.115	2	01.898	78
340	.3189	58	−0.113	5	01.976	79
350	.3247	74	−0.108	9	02.055	82
360	.3321		−0.099		02.137	

T 1896.122 *e* 0.1612
M 190° 24′ *a* 2.451
ω 258 2 *μ* 93°.84
Ω 54 47
i 3 13.3 *U* 3ª.837

(139) Juewa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5107	57	−0.026	108	97.656	178
10	.5050	86	+0.082	101	97.834	173
20	.4964	110	+0.183	90	98.007	165
30	.4854	127	+0.273	76	98.172	157
40	.4727	139	+0.349	60	98.329	147
50	.4588	144	+0.409	44	98.476	138
60	.4444	143	+0.453	27	98.614	129
70	.4301	136	+0.480	11	98.743	121
80	.4165	126	+0.491	3	98.864	114
90	.4039	113	+0.488	16	98.978	107
100	.3926	97	+0.472	28	99.085	102
110	.3829	79	+0.444	39	99.187	99
120	.3750	61	+0.405	48	99.286	96
130	.3689	43	+0.357	56	99.382	93
140	.3646	26	+0.301	63	99.475	91
150	.3620	8	+0.238	69	99.566	91
160	.3612	8	+0.169	73	99.657	91
170	.3620	24	+0.096	77	99.748	92
180	.3644	39	+0.019	78	99.840	93
190	.3683	53	−0.059	79	99.933	95
200	.3736	66	−0.138	77	00.028	98
210	.3802	80	−0.215	73	00.126	101
220	.3882	92	−0.288	68	00.227	105
230	.3974	104	−0.356	60	00.332	110
240	.4078	113	−0.416	52	00.442	115
250	.4191	122	−0.468	41	00.557	122
260	.4313	127	−0.509	27	00.679	129
270	.4440	130	−0.536	12	00.808	137
280	.4570	128	−0.548	5	00.945	146
290	.4698	121	−0.543	24	01.091	154
300	.4819	109	−0.519	43	01.245	162
310	.4928	90	−0.476	63	01.407	170
320	.5018	67	−0.413	80	01.577	177
330	.5085	39	−0.333	94	01.754	181
340	.5124	8	−0.239	104	01.935	183
350	.5132	25	−0.135	109	02.118	182
360	.5107		−0.026		02.300	

T 1898.915 *e* 0.1731
M 299° 0′ *a* 2.784
ω 162 9 *μ* 77°.53
Ω 2 25
i 10 55 *U* 4ª.644

(140) Siwa

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t*)	Δ
0°	.3697	134	−0.125	9	97.078	96
10	.3831	150	−0.134	5	97.174	104
20	.3981	160	−0.139	2	97.278	113
30	.4141	167	−0.141	2	97.391	121
40	.4308	169	−0.139	8	97.512	130
50	.4477	165	−0.131	12	97.642	141
60	.4642	155	−0.119	17	97.783	152
70	.4797	139	−0.102	23	97.935	162
80	.4936	116	−0.079	26	98.097	172
90	.5052	88	−0.053	30	98.269	181
100	.5140	55	−0.023	32	98.450	187
110	.5195	19	+0.009	32	98.637	189
120	.5214	18	+0.041	31	98.826	190
130	.5196	54	+0.072	27	99.016	186
140	.5142	87	+0.099	23	99.202	181
150	.5055	115	+0.122	17	99.383	172
160	.4940	137	+0.139	11	99.555	163
170	.4803	154	+0.150	5	99.718	152
180	.4649	164	+0.155	0	99.870	142
190	.4485	168	+0.155	4	00.012	131
200	.4317	166	+0.151	10	00.143	121
210	.4151	159	+0.141	12	00.264	112
220	.3992	150	+0.129	16	00.376	105
230	.3842	135	+0.113	17	00.481	98
240	.3707	118	+0.096	19	00.579	92
250	.3589	101	+0.077	20	00.671	88
260	.3488	80	+0.057	21	00.759	85
270	.3408	59	+0.036	21	00.844	81
280	.3349	35	+0.015	21	00.925	80
290	.3314	12	−0.006	21	01.005	79
300	.3302	10	−0.027	19	01.084	79
310	.3312	33	−0.046	19	01.163	80
320	.3345	56	−0.065	18	01.243	81
330	.3401	78	−0.083	16	01.324	84
340	.3479	99	−0.099	14	01.408	88
350	.3578	119	−0.113	12	01.496	92
360	.3697		−0.125		01.588	

T 1898.751 e 0.2167
M 173° 35' a 2.730
ω 193 11 μ 79°82
Ω 107 7
i 3 11.5 U 4ª510

(141) Lumen

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3201	35	+0.289	51	99.728	77
10	.3166	10	+0.340	42	99.805	76
20	.3156	15	+0.382	33	99.881	76
30	.3171	40	+0.415	23	99.957	77
40	.3211	67	+0.438	13	00.034	79
50	.3278	93	+0.451	2	00.113	82
60	.3371	117	+0.453	10	00.195	87
70	.3488	139	+0.443	22	00.282	91
80	.3627	157	+0.421	36	00.373	98
90	.3784	170	+0.385	51	00.471	106
100	.3954	178	+0.334	65	00.577	114
110	.4132	180	+0.269	79	00.691	124
120	.4312	174	+0.190	93	00.815	135
130	.4486	161	+0.097	104	00.950	146
140	.4647	140	−0.007	111	01.096	157
150	.4787	113	−0.118	113	01.253	166
160	.4900	82	−0.231	110	01.419	173
170	.4982	47	−0.341	99	01.592	178
180	.5029	11	−0.440	84	01.770	181
190	.5040	24	−0.524	63	01.951	181
200	.5016	53	−0.587	40	02.132	177
210	.4963	80	−0.627	17	02.309	172
220	.4883	103	−0.644	6	02.481	165
230	.4780	121	−0.638	28	02.646	156
240	.4659	133	−0.610	47	02.802	147
250	.4526	142	−0.563	62	02.949	139
260	.4384	147	−0.501	74	03.088	129
270	.4237	148	−0.427	82	03.217	121
280	.4089	147	−0.345	87	03.338	113
290	.3942	141	−0.258	89	03.451	106
300	.3801	133	−0.169	89	03.557	100
310	.3668	124	−0.080	86	03.657	93
320	.3544	112	+0.006	81	03.750	88
330	.3432	96	+0.087	74	03.838	84
340	.3336	78	+0.161	68	03.922	82
350	.3258	57	+0.229	60	04.004	79
360	.3201		+0.289		04.083	

T 1890.646 e 0.2128
M 321° 3' a 2.667
ω 54 14 μ 82°66
Ω 319 20
i 11 58.6 U 4ª355

(142) Polana

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4211	67	+0.096	7	99.825	128
10	.4278	52	+0.103	3	99.953	131
20	.4330	34	+0.106	0	00.084	135
30	.4364	15	+0.106	4	00.219	136
40	.4379	6	+0.102	7	00.355	135
50	.4373	26	+0.095	11	00.490	133
60	.4347	46	+0.084	13	00.623	132
70	.4301	62	+0.071	16	00.755	130
80	.4239	76	+0.055	17	00.885	125
90	.4163	88	+0.038	17	01.010	120
100	.4075	97	+0.021	18	01.130	115
110	.3978	102	+0.003	17	01.245	110
120	.3876	103	−0.014	15	01.355	105
130	.3773	101	−0.029	14	01.460	100
140	.3672	97	−0.043	12	01.560	96
150	.3575	89	−0.055	10	01.656	92
160	.3486	80	−0.065	8	01.748	88
170	.3406	69	−0.073	5	01.836	85
180	.3337	56	−0.078	3	01.921	83
190	.3281	41	−0.081	1	02.004	81
200	.3240	26	−0.082	1	02.085	80
210	.3214	11	−0.081	3	02.165	79
220	.3203	6	−0.078	5	02.244	79
230	.3209	21	−0.073	8	02.323	80
240	.3230	36	−0.065	10	02.403	80
250	.3266	51	−0.055	11	02.483	82
260	.3317	64	−0.044	12	02.565	85
270	.3381	76	−0.032	14	02.650	87
280	.3457	85	−0.018	15	02.737	91
290	.3542	94	−0.003	16	02.828	94
300	.3636	100	+0.013	16	02.922	99
310	.3736	102	+0.029	16	03.021	103
320	.3838	102	+0.045	15	03.124	108
330	.3940	98	+0.060	14	03.232	113
340	.4038	92	+0.074	12	03.345	118
350	.4130	81	+0.086	10	03.463	123
360	.4211		+0.096		03.586	

T 1896.944 e 0.1346
M 211° 13' a 2.418
ω 290 0 μ 95°73
Ω 291 52
i 2 14.5 U 3ª761

*) Nach neueren Beobachtungen erfordert t jetzt die Korrektion +0ª030.

(143) Adria

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.4610	21	+0.260	89	00.607	144
10	.4631	12	+0.349	79	00.751	145
20	.4643	3	+0.428	65	00.896	145
30	.4646	6	+0.493	49	01.041	145
40	.4640	12	+0.542	32	01.186	144
50	.4628	17	+0.574	13	01.330	144
60	.4611	22	+0.587	5	01.474	142
70	.4589	25	+0.582	23	01.616	141
80	.4564	28	+0.559	40	01.757	139
90	.4536	31	+0.519	56	01.896	137
100	.4505	34	+0.463	69	02.033	135
110	.4471	38	+0.394	80	02.168	133
120	.4433	42	+0.314	88	02.301	130
130	.4391	46	+0.226	94	02.431	128
140	.4345	49	+0.132	96	02.559	125
150	.4296	50	+0.036	95	02.684	123
160	.4246	51	−0.059	91	02.807	119
170	.4195	50	−0.150	84	02.926	117
180	.4145	45	−0.234	75	03.043	114
190	.4100	38	−0.309	65	03.157	112
200	.4062	30	−0.374	54	03.269	110
210	.4032	19	−0.428	41	03.379	109
220	.4013	7	−0.469	28	03.488	109
230	.4006	6	−0.497	14	03.597	108
240	.4012	20	−0.511	1	03.705	108
250	.4032	33	−0.512	14	03.813	110
260	.4065	44	−0.498	28	03.923	112
270	.4109	54	−0.470	42	04.035	115
280	.4163	61	−0.428	56	04.150	118
290	.4224	66	−0.372	68	04.268	122
300	.4290	68	−0.304	80	04.390	125
310	.4358	66	−0.224	90	04.515	129
320	.4424	60	−0.134	97	04.644	133
330	.4484	52	−0.037	100	04.777	137
340	.4536	42	+0.063	100	04.914	139
350	.4578	32	+0.163	97	05.053	142
360	.4610		+0.260		05.195	

T 1891.796 e 0.0722
M 160° 46′ a 2.761
ω 248 48 μ 78°.47
Ω 333 46
i 11 30 U 4ª.588

(144) Vibilia

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.3084	6	−0.166	9	97.993	73
10	.3078	20	−0.157	13	98.066	73
20	.3098	46	−0.144	18	98.139	74
30	.3144	70	−0.126	20	98.213	76
40	.3214	93	−0.106	25	98.289	78
50	.3307	114	−0.081	27	98.367	83
60	.3421	133	−0.054	31	98.450	88
70	.3554	150	−0.023	34	98.538	94
80	.3704	164	+0.011	35	98.632	100
90	.3868	173	+0.046	38	98.732	108
100	.4041	178	+0.084	37	98.840	118
110	.4219	178	+0.121	37	98.958	128
120	.4397	173	+0.158	34	99.086	139
130	.4570	160	+0.192	31	99.225	150
140	.4730	142	+0.223	24	99.375	161
150	.4872	117	+0.247	16	99.536	171
160	.4989	86	+0.263	7	99.707	178
170	.5075	51	+0.270	4	99.885	185
180	.5126	12	+0.266	14	00.070	187
190	.5138	27	+0.252	24	00.257	187
200	.5111	65	+0.228	32	00.444	182
210	.5046	100	+0.196	39	00.626	176
220	.4946	129	+0.157	42	00.802	167
230	.4817	152	+0.115	44	00.969	157
240	.4665	169	+0.071	42	01.126	145
250	.4496	179	+0.029	41	01.271	134
260	.4317	183	−0.012	37	01.405	123
270	.4134	179	−0.049	33	01.528	113
280	.3955	171	−0.082	28	01.641	105
290	.3784	161	−0.110	22	01.746	97
300	.3623	145	−0.132	18	01.843	90
310	.3478	124	−0.150	12	01.933	85
320	.3354	103	−0.162	8	02.018	80
330	.3251	80	−0.170	3	02.098	77
340	.3171	56	−0.173	1	02.175	75
350	.3115	31	−0.172	6	02.250	73
360	.3084		−0.166		02.323	

T 1888.546 e 0.2328
M 289° 54′ a 2.656
ω 290 44 μ 83°.14
Ω 76 54
i 4 48 U 4ª.330

(145) Adeona

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.4388	95	−0.604	44	98.843	130
10	.4293	95	−0.560	59	98.973	124
20	.4198	93	−0.501	72	99.097	119
30	.4105	90	−0.429	81	99.216	114
40	.4015	86	−0.348	88	99.330	110
50	.3929	82	−0.260	93	99.440	106
60	.3847	75	−0.167	94	99.546	101
70	.3772	68	−0.073	93	99.647	98
80	.3704	60	+0.020	90	99.745	96
90	.3644	50	+0.110	85	99.841	93
100	.3594	37	+0.195	77	99.934	91
110	.3557	23	+0.272	69	00.025	91
120	.3534	7	+0.341	60	00.116	91
130	.3527	12	+0.401	49	00.207	90
140	.3539	31	+0.450	38	00.297	89
150	.3570	51	+0.488	25	00.386	91
160	.3621	70	+0.513	13	00.477	95
170	.3691	88	+0.526	1	00.572	98
180	.3779	104	+0.525	16	00.670	103
190	.3883	117	+0.509	31	00.773	108
200	.4000	126	+0.478	47	00.881	115
210	.4126	130	+0.431	63	00.995	121
220	.4256	130	+0.368	80	01.116	129
230	.4386	122	+0.288	94	01.245	137
240	.4508	108	+0.194	106	01.382	144
250	.4616	89	+0.088	114	01.526	150
260	.4705	66	−0.026	117	01.676	156
270	.4771	40	−0.143	114	01.832	160
280	.4811	13	−0.257	107	01.992	162
290	.4824	12	−0.364	94	02.154	162
300	.4812	35	−0.458	76	02.316	160
310	.4777	55	−0.534	56	02.476	158
320	.4722	70	−0.590	35	02.634	153
330	.4652	81	−0.625	14	02.787	147
340	.4571	89	−0.639	8	02.934	142
350	.4482	94	−0.631	27	03.076	135
360	.4388		−0.604		03.211	

T 1898.641 e 0.1462
M 240° 13′ a 2.672
ω 40 33 μ 82°.41
Ω 77 48
i 12 41 U 4ª.368

(146) Lucina

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4411	39	−0.639	15	99.087	133
10	.4450	39	−0.624	35	99.220	136
20	.4489	36	−0.589	54	99.356	138
30	.4525	29	−0.535	72	99.494	140
40	.4554	20	−0.463	88	99.634	142
50	.4574	9	−0.375	100	99.776	143
60	.4583	5	−0.275	110	99.919	143
70	.4578	19	−0.165	115	00.062	142
80	.4559	34	−0.050	115	00.204	140
90	.4525	47	+0.065	111	00.344	138
100	.4478	57	+0.176	103	00.482	135
110	.4421	65	+0.279	91	00.617	131
120	.4356	68	+0.370	76	00.748	127
130	.4288	67	+0.446	61	00.875	123
140	.4221	63	+0.507	44	00.998	119
150	.4158	55	+0.551	28	01.117	116
160	.4103	46	+0.579	11	01.233	113
170	.4057	34	+0.590	6	01.346	111
180	.4023	22	+0.584	22	01.457	110
190	.4001	10	+0.562	37	01.567	110
200	.3991	1	+0.525	52	01.677	109
210	.3992	10	+0.473	65	01.786	109
220	.4002	19	+0.408	77	01.895	110
230	.4021	24	+0.331	88	02.005	111
240	.4045	28	+0.243	96	02.116	112
250	.4073	30	+0.147	102	02.228	114
260	.4103	30	+0.045	105	02.342	116
270	.4133	29	−0.060	104	02.458	117
280	.4162	28	−0.164	100	02.575	118
290	.4190	27	−0.264	94	02.693	120
300	.4217	27	−0.358	84	02.813	122
310	.4244	29	−0.442	71	02.935	123
320	.4273	31	−0.513	57	03.058	125
330	.4304	33	−0.570	41	03.183	127
340	.4337	36	−0.611	23	03.310	129
350	.4373	38	−0.634	5	03.439	131
360	.4411		−0.639		03.570	

T 1898.586 *e* 0.0637
M 89° 1′ *a* 2.719
ω 140 57 *μ* 80″.30
Ω 84 19
i 13 5.1 *U* 4ª.483

(147) Protogeneia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4809	3	+0.095	8	98.667	143
10	.4806	1	+0.087	10	98.810	144
20	.4807	5	+0.077	12	98.954	144
30	.4812	9	+0.065	13	99.098	145
40	.4821	14	+0.052	15	99.243	145
50	.4835	17	+0.037	17	99.388	145
60	.4852	21	+0.020	18	99.533	147
70	.4873	23	+0.002	18	99.680	149
80	.4896	25	−0.016	17	99.829	151
90	.4921	26	−0.033	17	99.980	152
100	.4947	27	−0.050	15	00.132	155
110	.4974	26	−0.065	14	00.287	156
120	.5000	25	−0.079	11	00.443	158
130	.5025	23	−0.090	9	00.601	160
140	.5048	21	−0.099	6	00.761	161
150	.5069	17	−0.105	2	00.922	163
160	.5086	13	−0.107	1	01.085	164
170	.5099	9	−0.106	4	01.249	165
180	.5108	5	−0.102	8	01.414	165
190	.5113	0	−0.094	11	01.579	166
200	.5113	5	−0.083	12	01.745	165
210	.5108	9	−0.071	15	01.910	165
220	.5099	14	−0.056	17	02.075	164
230	.5085	18	−0.039	18	02.239	162
240	.5067	22	−0.021	19	02.401	161
250	.5045	24	−0.002	18	02.562	160
260	.5021	26	+0.016	18	02.722	158
270	.4995	26	+0.034	16	02.880	155
280	.4969	27	+0.050	15	03.035	154
290	.4942	27	+0.065	12	03.189	152
300	.4915	26	+0.077	10	03.341	150
310	.4889	23	+0.087	8	03.491	148
320	.4866	20	+0.095	5	03.639	147
330	.4846	16	+0.100	1	03.786	146
340	.4830	13	+0.101	1	03.932	145
350	.4817	8	+0.100	5	04.077	145
360	.4809		+0.095		04.222	

T 1898.696 *e* 0.0355
M 348° 52′ *a* 3.136
ω 122 48 *μ* 64″.81
Ω 251 11
i 1 54 *U* 5ª.555

(148) Gallia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3497	133	−0.605	119	98.992	91
10	.3364	110	−0.724	95	99.083	86
20	.3254	79	−0.819	71	99.169	82
30	.3175	43	−0.890	50	99.251	80
40	.3132	5	−0.940	29	99.331	80
50	.3127	36	−0.969	9	99.411	80
60	.3163	75	−0.978	13	99.491	82
70	.3238	114	−0.965	35	99.573	85
80	.3352	149	−0.930	60	99.658	91
90	.3501	177	−0.870	87	99.749	98
100	.3678	198	−0.783	117	99.847	107
110	.3876	207	−0.666	151	99.954	117
120	.4083	201	−0.515	183	00.071	129
130	.4284	184	−0.332	213	00.200	141
140	.4468	156	−0.119	235	00.341	153
150	.4624	118	+0.116	245	00.494	163
160	.4742	77	+0.361	242	00.657	170
170	.4819	36	+0.603	224	00.827	175
180	.4855	2	+0.827	194	01.002	177
190	.4857	23	+1.021	157	01.179	175
200	.4834	40	+1.178	115	01.354	172
210	.4794	49	+1.293	70	01.526	169
220	.4745	52	+1.363	26	01.695	165
230	.4693	51	+1.389	15	01.860	161
240	.4642	49	+1.374	56	02.021	158
250	.4593	48	+1.318	94	02.179	156
260	.4545	48	+1.224	129	02.335	152
270	.4497	53	+1.095	161	02.487	146
280	.4444	64	+0.934	186	02.633	142
290	.4380	79	+0.748	206	02.775	138
300	.4301	98	+0.542	216	02.913	133
310	.4203	119	+0.326	217	03.046	127
320	.4084	137	+0.109	208	03.173	120
330	.3947	149	−0.099	192	03.293	112
340	.3798	153	−0.291	169	03.405	105
350	.3645	148	−0.460	145	03.510	96
360	.3497		−0.605		03.606	

T 1903.788 *e* 0.1846
M 351° 39′ *a* 2.771
ω 250 24 *μ* 78″.03
Ω 145 10
i 25 21 *U* 4ª.614

(149) Medusa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3164	33	−0.012	5	01.435	81
10	.3131	27	−0.017	5	01.516	79
20	.3104	19	−0.022	4	01.595	78
30	.3085	11	−0.026	3	01.673	78
40	.3074	3	−0.029	2	01.751	78
50	.3071	5	−0.031	2	01.829	78
60	.3076	13	−0.033	0	01.907	78
70	.3089	22	−0.033	0	01.985	78
80	.3111	30	−0.033	2	02.063	80
90	.3141	36	−0.031	2	02.143	81
100	.3177	41	−0.029	3	02.224	82
110	.3218	45	−0.026	4	02.306	84
120	.3263	50	−0.022	5	02.390	86
130	.3313	51	−0.017	6	02.476	88
140	.3364	51	−0.011	6	02.564	90
150	.3415	50	−0.005	6	02.654	92
160	.3465	46	+0.001	6	02.746	94
170	.3511	43	+0.007	6	02.840	96
180	.3554	38	+0.013	6	02.936	98
190	.3592	30	+0.019	6	03.034	99
200	.3622	21	+0.025	5	03.133	101
210	.3643	12	+0.030	3	03.234	102
220	.3655	3	+0.033	2	03.336	102
230	.3658	7	+0.035	2	03.438	101
240	.3651	16	+0.037	1	03.539	101
250	.3635	24	+0.038	1	03.640	100
260	.3611	32	+0.037	2	03.740	99
270	.3579	38	+0.035	4	03.839	97
280	.3541	44	+0.031	4	03.936	95
290	.3497	48	+0.027	4	04.031	94
300	.3449	51	+0.023	6	04.125	92
310	.3398	52	+0.017	6	04.217	89
320	.3346	50	+0.011	6	04.306	87
330	.3296	48	+0.005	6	04.393	85
340	.3248	44	−0.001	6	03.478	83
350	.3204	40	−0.007	5	04.561	82
360	.3164		−0.012		04.643	

T 1904.774 e 0.0678
M 331° 53′ a 2.175
ω 249 42 μ 112″.22
Ω 158 40
i 0 56 U 3ª.208

(150) Nuwa

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4151	16	+0.045	16	96.147	110
10	.4167	31	+0.029	16	96.257	111
20	.4198	44	+0.013	17	96.368	113
30	.4242	57	−0.004	17	96.481	116
40	.4299	68	−0.021	18	96.597	120
50	.4367	79	−0.039	17	96.717	123
60	.4446	87	−0.056	16	96.840	128
70	.4533	93	−0.072	14	96.968	134
80	.4626	96	−0.086	12	97.102	140
90	.4722	97	−0.098	10	97.242	147
100	.4819	95	−0.108	7	97.389	153
110	.4914	90	−0.115	3	97.542	159
120	.5004	80	−0.118	1	97.701	166
130	.5084	68	−0.117	4	97.867	171
140	.5152	54	−0.113	9	98.038	177
150	.5206	38	−0.104	12	98.215	180
160	.5244	19	−0.092	16	98.395	183
170	.5263	0	−0.076	18	98.578	183
180	.5263	20	−0.058	20	98.761	182
190	.5243	38	−0.038	21	98.943	180
200	.5205	55	−0.017	22	99.123	176
210	.5150	70	+0.005	21	99.299	171
220	.5080	82	+0.026	19	99.470	165
230	.4998	90	+0.045	17	99.635	159
240	.4908	95	+0.062	14	99.794	152
250	.4813	98	+0.076	12	99.946	146
260	.4715	98	+0.088	8	00.092	139
270	.4617	94	+0.096	5	00.231	134
280	.4523	87	+0.101	2	00.365	128
290	.4436	78	+0.103	1	00.493	123
300	.4358	68	+0.102	4	00.616	119
310	.4290	56	+0.098	6	00.735	115
320	.4234	43	+0.092	9	00.850	113
330	.4191	28	+0.083	11	00.963	111
340	.4163	14	+0.072	13	01.074	110
350	.4149	2	+0.059	14	01.184	110
360	.4151		+0.045		01.294	

T 1893.165 e 0.1276
M 155° 36′ a 2.981
ω 146 53 μ 69″.93
Ω 207 40
i 2 8.4 U 5ª.147

(151) Abundantia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4285	4	−0.191	44	96.141	125
10	.4281	9	−0.147	49	96.266	125
20	.4272	15	−0.098	52	96.391	123
30	.4257	21	−0.046	52	96.514	123
40	.4236	26	+0.006	52	96.637	122
50	.4210	29	+0.058	49	96.759	120
60	.4181	32	+0.107	45	96.879	118
70	.4149	33	+0.152	40	96.997	117
80	.4116	33	+0.192	34	97.114	114
90	.4083	32	+0.226	26	97.228	113
100	.4051	29	+0.252	19	97.341	112
110	.4022	25	+0.271	10	97.453	110
120	.3997	20	+0.281	2	97.563	109
130	.3977	14	+0.283	6	97.672	108
140	.3963	9	+0.277	14	97.780	107
150	.3954	3	+0.263	22	97.887	107
160	.3951	2	+0.241	29	97.994	107
170	.3953	8	+0.212	35	98.101	108
180	.3961	12	+0.177	40	98.209	108
190	.3973	16	+0.137	45	98.317	108
200	.3989	18	+0.092	48	98.425	109
210	.4007	21	+0.044	50	98.534	111
220	.4028	22	−0.006	50	98.645	112
230	.4050	23	−0.056	48	98.757	113
240	.4073	24	−0.104	46	98.870	114
250	.4097	25	−0.150	43	98.984	115
260	.4122	24	−0.193	36	99.099	116
270	.4146	23	−0.229	30	99.215	118
280	.4169	23	−0.259	23	99.333	119
290	.4192	22	−0.282	14	99.452	121
300	.4214	20	−0.296	5	99.573	122
310	.4234	17	−0.301	5	99.695	122
320	.4251	15	−0.296	14	99.817	124
330	.4266	11	−0.282	22	99.941	124
340	.4277	6	−0.260	31	00.065	125
350	.4283	2	−0.229	38	00.190	125
360	.4285		−0.191		00.315	

T 1898.203 e 0.0381
M 9° 18′ a 2.592
ω 130 21 μ 86″.25
Ω 38 53
i 6 28.3 U 4ª.174

(152) Atala

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4874	37	−0.439	97	97.474	150
10	.4837	38	−0.342	105	97.624	148
20	.4799	38	−0.237	111	97.772	146
30	.4761	37	−0.126	112	97.918	143
40	.4724	36	−0.014	111	98.061	140
50	.4688	34	+0.097	106	98.201	138
60	.4654	29	+0.203	99	98.339	136
70	.4625	23	+0.302	89	98.475	135
80	.4602	16	+0.391	77	98.610	133
90	.4586	7	+0.468	63	98.743	133
100	.4579	5	+0.531	49	98.876	133
110	.4584	18	+0.580	33	99.009	133
120	.4602	30	+0.613	16	99.142	135
130	.4632	43	+0.629	1	99.277	137
140	.4675	54	+0.628	19	99.414	140
150	.4729	63	+0.609	37	99.554	144
160	.4792	70	+0.572	55	99.698	149
170	.4862	72	+0.517	72	99.847	153
180	.4934	72	+0.445	89	00.000	158
190	.5006	68	+0.356	103	00.158	164
200	.5074	60	+0.253	115	00.322	169
210	.5134	48	+0.138	122	00.491	174
220	.5182	35	+0.016	125	00.665	176
230	.5217	21	−0.109	123	00.841	179
240	.5238	7	−0.232	116	01.020	180
250	.5245	6	−0.348	105	01.200	180
260	.5239	20	−0.453	89	01.380	179
270	.5219	29	−0.542	70	01.559	176
280	.5190	36	−0.612	50	01.735	173
290	.5154	39	−0.662	28	01.908	171
300	.5115	41	−0.690	7	02.079	168
310	.5074	42	−0.697	15	02.247	165
320	.5032	41	−0.682	35	02.412	161
330	.4991	41	−0.647	53	02.573	159
340	.4950	39	−0.594	70	02.732	156
350	.4911	37	−0.524	85	02.888	153
360	.4877		−0.439		03.041	

T 1899.079 *e* 0.0733
M 27° 31' *a* 3.141
ω 42 37 *μ* 64°.66
Ω 41 17
i 12 13.3 *U* 5ª.567

(153) Hilda

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5661	128	+0.380	55	98.440	200
10	.5789	132	+0.325	69	98.640	212
20	.5921	133	+0.256	81	98.852	225
30	.6054	129	+0.175	92	99.077	239
40	.6183	118	+0.083	100	99.316	254
50	.6301	104	−0.017	105	99.570	267
60	.6405	86	−0.122	106	99.837	278
70	.6491	64	−0.228	101	00.115	288
80	.6555	40	−0.329	91	00.403	296
90	.6595	14	−0.420	77	00.699	300
100	.6609	11	−0.497	59	00.999	299
110	.6598	35	−0.556	39	01.298	296
120	.6563	57	−0.595	17	01.594	290
130	.6506	76	−0.612	5	01.884	282
140	.6430	91	−0.607	25	02.166	271
150	.6339	104	−0.582	42	02.437	259
160	.6235	112	−0.540	58	02.696	246
170	.6123	118	−0.482	71	02.942	233
180	.6005	119	−0.411	79	03.175	221
190	.5886	118	−0.332	85	03.396	209
200	.5768	115	−0.247	88	03.605	198
210	.5653	108	−0.159	87	03.803	188
220	.5545	98	−0.072	86	03.991	180
230	.5447	87	+0.014	82	04.171	172
240	.5360	74	+0.096	77	04.343	166
250	.5286	58	+0.173	70	04.509	161
260	.5228	41	+0.243	61	04.670	157
270	.5187	23	+0.304	52	04.827	155
280	.5164	3	+0.356	43	04.982	154
290	.5161	17	+0.399	33	05.136	154
300	.5178	36	+0.432	22	05.290	156
310	.5214	56	+0.454	11	05.446	160
320	.5270	75	+0.465	2	05.606	165
330	.5345	91	+0.463	14	05.771	171
340	.5436	106	+0.449	28	05.942	179
350	.5542	119	+0.421	41	06.121	188
360	.5661		+0.380		06.309	

T 1904.445 *e* 0.1650
M 333° 5' *a* 3.956
ω 55 18 *μ* 45°.75
Ω 228 18
i 7 52 *U* 7ª.869

(154) Bertha

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5240	67	−0.775	179	97.875	189
10	.5307	43	−0.596	205	98.064	195
20	.5350	16	−0.391	223	98.259	197
30	.5366	15	−0.168	229	98.456	197
40	.5351	47	+0.061	223	98.653	194
50	.5304	73	+0.284	206	98.847	189
60	.5231	94	+0.490	182	99.036	182
70	.5137	106	+0.672	152	99.218	174
80	.5031	109	+0.824	119	99.392	165
90	.4922	104	+0.943	86	99.557	158
100	.4818	93	+1.029	53	99.715	150
110	.4725	77	+1.082	23	99.865	144
120	.4648	57	+1.105	6	00.009	140
130	.4591	37	+1.099	35	00.149	137
140	.4554	18	+1.064	62	00.286	136
150	.4536	1	+1.002	88	00.422	135
160	.4537	16	+0.914	113	00.557	135
170	.4553	27	+0.801	136	00.692	136
180	.4580	33	+0.665	157	00.828	139
190	.4613	32	+0.508	175	00.967	140
200	.4645	28	+0.333	189	01.107	143
210	.4673	21	+0.144	196	01.250	144
220	.4694	13	−0.052	195	01.394	146
230	.4707	6	−0.247	188	01.540	146
240	.4713	2	−0.435	175	01.686	147
250	.4715	0	−0.610	156	01.833	146
260	.4715	4	−0.766	134	01.979	147
270	.4719	12	−0.900	109	02.126	147
280	.4731	24	−1.009	81	02.273	149
290	.4755	37	−1.090	52	02.422	150
300	.4792	53	−1.142	22	02.572	153
310	.4845	67	−1.164	9	02.725	157
320	.4912	78	−1.155	43	02.882	163
330	.4990	84	−1.112	77	03.045	169
340	.5074	86	−1.035	113	03.214	176
350	.5160	80	−0.922	147	03.390	184
360	.5240		−0.775		03.574	

T 1900.010 *e* 0.0811
M 290° 53' *a* 3.191
ω 161 15 *μ* 63°.16
Ω 37 21
i 20 54.5 *U* 5ª.699

l	(156) Xanthippe log $r\cos b$		$r\sin b$		t		(158) Koronis log $r\cos b$		$r\sin b$		t		(159) Aemilia log $r\cos b$		$r\sin b$		t	
0°	.4940		+0.471		97.484		.4438		+0.048		99.005		.4997		−0.237		97.009	
		122		37		175		35		0		125		79		34		156
10	.5062		+0.434		97.659		.4403		+0.048		99.130		.4918		−0.271		97.165	
		92		56		184		30		1		124		78		23		150
20	.5154		+0.378		97.843		.4373		+0.047		99.254		.4840		−0.294		97.315	
		57		73		190		23		2		123		75		14		145
30	.5211		+0.305		98.033		.4350		+0.045		99.377		.4765		−0.308		97.460	
		19		86		194		17		4		121		69		4		141
40	.5230		+0.219		98.227		.4333		+0.041		99.498		.4696		−0.312		97.601	
		21		95		194		10		5		121		62		4		136
50	.5209		+0.124		98.421		.4323		+0.036		99.619		.4634		−0.308		97.737	
		63		98		190		3		5		120		53		13		133
60	.5146		+0.026		98.611		.4320		+0.031		99.739		.4581		−0.295		97.870	
		101		95		183		4		7		120		44		20		131
70	.5045		−0.069		98.794		.4324		+0.024		99.859		.4537		−0.275		98.001	
		132		88		173		10		7		120		33		29		128
80	.4913		−0.157		98.967		.4334		+0.017		99.979		.4504		−0.246		98.129	
		157		76		162		17		8		121		21		34		126
90	.4756		−0.233		99.129		.4351		+0.009		00.100		.4483		−0.212		98.255	
		174		63		151		24		8		123		10		40		124
100	.4582		−0.296		99.280		.4375		+0.001		00.223		.4473		−0.172		98.379	
		182		48		138		30		9		124		2		44		125
110	.4400		−0.344		99.418		.4405		−0.008		00.347		.4475		−0.126		98.504	
		184		34		127		35		8		126		12		48		125
120	.4216		−0.378		99.545		.4440		−0.016		00.473		.4487		−0.078		98.629	
		178		19		117		39		8		128		22		52		126
130	.4038		−0.397		99.662		.4479		−0.024		00.601		.4509		−0.026		98.755	
		167		7		108		41		7		130		32		52		128
140	.3871		−0.404		99.770		.4520		−0.031		00.731		.4541		+0.026		98.883	
		151		4		101		43		6		133		41		53		130
150	.3720		−0.400		99.871		.4563		−0.037		00.864		.4582		+0.079		99.013	
		133		15		94		44		6		136		50		51		133
160	.3587		−0.385		99.965		.4607		−0.043		01.000		.4632		+0.130		99.146	
		113		24		89		42		4		139		57		49		136
170	.3474		−0.361		00.054		.4649		−0.047		01.139		.4689		+0.179		99.282	
		90		32		84		39		3		142		62		45		139
180	.3384		−0.329		00.138		.4688		−0.050		01.281		.4751		+0.224		99.421	
		67		39		82		37		2		144		67		40		144
190	.3317		−0.290		00.220		.4725		−0.052		01.425		.4818		+0.264		99.565	
		44		45		80		32		0		145		70		33		149
200	.3273		−0.245		00.300		.4757		−0.052		01.570		.4888		+0.297		99.714	
		20		51		79		26		2		148		71		25		154
210	.3253		−0.194		00.379		.4783		−0.050		01.718		.4959		+0.322		99.868	
		3		55		78		20		4		149		71		15		159
220	.3256		−0.139		00.457		.4803		−0.046		01.867		.5030		+0.337		00.027	
		25		59		79		12		5		151		68		5		164
230	.3281		−0.080		00.536		.4815		−0.041		02.018		.5098		+0.342		00.191	
		46		63		80		4		6		151		64		5		169
240	.3327		−0.017		00.616		.4819		−0.035		02.169		.5162		+0.337		00.360	
		66		64		82		4		8		151		56		17		173
250	.3393		+0.047		00.698		.4815		−0.027		02.320		.5218		+0.320		00.533	
		85		65		85		12		8		150		47		27		178
260	.3478		+0.112		00.783		.4803		−0.019		02.470		.5265		+0.293		00.711	
		103		65		89		20		9		150		35		38		181
270	.3581		+0.177		00.872		.4783		−0.010		02.620		.5300		+0.255		00.892	
		119		64		94		26		9		148		21		47		184
280	.3700		+0.241		00.966		.4757		−0.001		02.768		.5321		+0.208		01.076	
		135		61		99		32		9		146		7		54		185
290	.3835		+0.302		01.065		.4725		+0.008		02.914		.5328		+0.154		01.261	
		147		56		106		37		9		143		9		60		185
300	.3982		+0.358		01.171		.4688		+0.017		03.057		.5319		+0.094		01.446	
		158		49		114		40		8		141		24		62		183
310	.4140		+0.407		01.285		.4648		+0.025		03.198		.5295		+0.032		01.629	
		165		40		122		43		7		138		39		62		181
320	.4305		+0.447		01.407		.4605		+0.032		03.336		.5256		−0.030		01.810	
		168		29		132		44		6		135		51		61		177
330	.4473		+0.476		01.539		.4561		+0.038		03.471		.5205		−0.091		01.987	
		166		15		142		43		4		132		62		55		173
340	.4639		+0.491		01.681		.4518		+0.042		03.603		.5143		−0.146		02.160	
		157		1		154		41		4		131		70		50		167
350	.4796		+0.490		01.835		.4477		+0.046		03.734		.5073		−0.196		02.327	
		144		19		165		39		2		129		76		41		162
360	.4940		+0.471		02.000		.4438		+0.048		03.863		.4997		−0.237		02.489	

	(156) Xanthippe		(158) Koronis		(159) Aemilia	
	T 1903.076	e 0.2236	T 1898.641	e 0.0574	T 1897.929	e 0.0981
	M 210° 16′	a 2.732	M 278° 51′	a 2.868	M 324° 40′	a 3.108
	ω 334 34	μ 79°.72	ω 138 47	μ 74°.12	ω 331 52	μ 65°.69
	Ω 242 43		Ω 281 0		Ω 135 4	
	i 9 39	U 4ª.516	i 1 0	U 4ª.858	i 6 5	U 5ª.480

(160) Una

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4183	37	−0.028	30	96.939	115
10	.4146	31	+0.002	30	97.054	113
20	.4115	25	+0.032	29	97.167	111
30	.4090	18	+0.061	27	97.278	111
40	.4072	11	+0.088	24	97.389	110
50	.4061	3	+0.112	21	97.499	109
60	.4058	6	+0.133	17	97.608	110
70	.4064	14	+0.150	13	97.718	110
80	.4078	22	+0.163	8	97.828	111
90	.4100	29	+0.171	3	97.939	113
100	.4129	37	+0.174	2	98.052	114
110	.4166	42	+0.172	6	98.166	116
120	.4208	47	+0.166	12	98.282	118
130	.4255	49	+0.154	16	98.400	121
140	.4304	50	+0.138	21	98.521	124
150	.4354	51	+0.117	26	98.645	127
160	.4405	50	+0.091	29	98.772	130
170	.4455	47	+0.062	31	98.902	133
180	.4502	41	+0.031	33	99.035	135
190	.4543	34	−0.002	34	99.170	138
200	.4577	25	−0.036	33	99.308	140
210	.4602	17	−0.069	31	99.448	141
220	.4619	8	−0.100	28	99.589	142
230	.4627	1	−0.128	23	99.731	143
240	.4626	10	−0.151	19	99.874	142
250	.4616	18	−0.170	13	00.016	140
260	.4598	27	−0.183	8	00.156	140
270	.4571	33	−0.191	1	00.296	138
280	.4538	38	−0.192	5	00.434	135
290	.4500	43	−0.187	11	00.569	133
300	.4457	46	−0.176	16	00.702	130
310	.4411	48	−0.160	20	00.832	128
320	.4363	48	−0.140	24	00.960	124
330	.4315	47	−0.116	28	01.084	122
340	.4268	44	−0.088	30	01.206	120
350	.4224	41	−0.058	30	01.326	117
360	.4183		−0.028		01.443	

T 1897.984 e 0.0654
M 33° 30′ a 2.727
ω 46 47 μ 79°.92
Ω 9 17
i 3 51.3 U 4ª.504

(161) Athor

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3300	84	−0.109	56	99.601	85
10	.3384	91	−0.053	61	99.686	89
20	.3475	96	+0.008	63	99.775	93
30	.3571	99	+0.071	64	99.868	98
40	.3670	99	+0.135	62	99.966	102
50	.3769	96	+0.197	59	00.068	107
60	.3865	92	+0.256	53	00.175	112
70	.3957	84	+0.309	45	00.287	116
80	.4041	75	+0.354	35	00.403	121
90	.4116	63	+0.389	23	00.524	124
100	.4179	49	+0.412	10	00.648	127
110	.4228	34	+0.422	5	00.775	130
120	.4262	17	+0.417	20	00.905	132
130	.4279	2	+0.397	33	01.037	132
140	.4277	20	+0.364	45	01.169	131
150	.4257	39	+0.319	56	01.300	130
160	.4218	58	+0.263	64	01.430	127
170	.4160	75	+0.199	68	01.557	123
180	.4085	89	+0.131	70	01.680	118
190	.3996	101	+0.061	70	01.798	114
200	.3895	108	−0.009	66	01.912	108
210	.3787	112	−0.075	60	02.020	103
220	.3675	112	−0.135	53	02.123	97
230	.3563	107	−0.188	45	02.220	93
240	.3456	99	−0.233	37	02.313	88
250	.3357	88	−0.270	27	02.401	85
260	.3269	74	−0.297	18	02.486	81
270	.3195	58	−0.315	9	02.567	79
280	.3137	41	−0.324	1	02.646	77
290	.3096	22	−0.325	8	02.723	76
300	.3074	4	−0.317	16	02.799	76
310	.3070	14	−0.301	24	02.875	76
320	.3084	32	−0.277	32	02.951	77
330	.3116	48	−0.245	39	03.028	78
340	.3164	62	−0.206	46	03.106	80
350	.3226	74	−0.160	51	03.186	83
360	.3300		−0.109		03.269	

T 1896.998 e 0.1383
M 142° 39′ a 2.379
ω 291 48 μ 98°.12
Ω 18 41
i 9 3 U 3ª.668

(163) Erigone

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3653	149	−0.066	27	00.066	96
10	.3504	142	−0.093	23	00.162	90
20	.3362	131	−0.116	18	00.252	84
30	.3231	118	−0.134	14	00.336	79
40	.3113	102	−0.148	9	00.415	76
50	.3011	83	−0.157	4	00.491	72
60	.2928	63	−0.161	1	00.563	70
70	.2865	42	−0.162	4	00.633	69
80	.2823	21	−0.158	8	00.702	68
90	.2802	1	−0.150	12	00.770	67
100	.2803	23	−0.138	15	00.837	68
110	.2826	44	−0.123	19	00.905	68
120	.2870	64	−0.104	21	00.973	70
130	.2934	84	−0.083	25	01.043	73
140	.3018	101	−0.058	28	01.116	76
150	.3119	115	−0.030	29	01.192	80
160	.3234	128	−0.001	32	01.272	84
170	.3362	138	+0.031	32	01.356	89
180	.3500	144	+0.063	33	01.445	96
190	.3644	146	+0.096	32	01.541	102
200	.3790	144	+0.128	30	01.643	110
210	.3934	138	+0.158	26	01.753	116
220	.4072	125	+0.184	22	01.869	124
230	.4197	109	+0.206	16	01.993	131
240	.4306	88	+0.222	8	02.124	137
250	.4394	62	+0.230	0	02.261	142
260	.4456	33	+0.230	9	02.403	145
270	.4489	3	+0.221	17	02.548	147
280	.4492	28	+0.204	25	02.695	145
290	.4464	57	+0.179	30	02.840	142
300	.4407	84	+0.149	35	02.982	138
310	.4323	107	+0.114	38	03.120	132
320	.4216	126	+0.076	38	03.252	126
330	.4090	140	+0.038	37	03.378	117
340	.3950	147	+0.001	35	03.495	110
350	.3803	150	−0.034	32	03.605	103
360	.3653		−0.066		03.708	

T 1902.474 e 0.1926
M 164° 55′ a 2.367
ω 295 7 μ 98°.87
Ω 160 10
i 4 46.5 U 3ª.642

l	(164) Eva log $r \cos b$	(164) Eva $r \sin b$	(164) Eva t	(165) Loreley log $r \cos b$	(165) Loreley $r \sin b$	(165) Loreley t	(166) Rhodope log $r \cos b$	(166) Rhodope $r \sin b$	(166) Rhodope t
0°	.1966	−0.697	98.594	.4795	+0.495	99.366	.3302	−0.352	98.982
	51	30	50	37	55	148	72	38	79
10	.2017	−0.667	98.644	.4832	+0.550	99.514	.3230	−0.390	99.061
	99	44	52	42	40	150	48	28	78
20	.2116	−0.623	98.696	.4874	+0.590	99.664	.3182	−0.418	99.139
	142	60	55	46	23	153	21	17	77
30	.2258	−0.563	98.751	.4920	+0.613	99.817	.3161	−0.435	99.216
	182	78	59	49	5	156	7	7	76
40	.2440	−0.485	98.810	.4969	+0.618	99.973	.3168	−0.442	99.292
	216	98	65	52	14	160	34	4	76
50	.2656	−0.387	98.875	.5021	+0.604	00.133	.3202	−0.438	99.368
	241	120	72	51	32	164	61	15	79
60	.2897	−0.267	98.947	.5072	+0.572	00.297	.3263	−0.423	99.447
	257	143	80	49	51	168	87	26	81
70	.3154	−0.124	99.027	.5121	+0.521	00.465	.3350	−0.397	99.528
	263	166	91	43	69	171	111	37	85
80	.3417	+0.042	99.118	.5164	+0.452	00.636	.3461	−0.360	99.613
	261	185	103	35	85	175	131	50	90
90	.3678	+0.227	99.221	.5199	+0.367	00.811	.3592	−0.310	99.703
	250	200	116	25	98	177	148	62	96
100	.3928	+0.427	99.337	.5224	+0.269	00.988	.3740	−0.248	99.799
	233	207	129	11	108	178	161	73	103
110	.4161	+0.634	99.466	.5235	+0.161	01.166	.3901	−0.175	99.902
	213	204	143	4	114	179	166	85	110
120	.4374	+0.838	99.609	.5231	+0.047	01.345	.4067	−0.090	00.012
	190	190	157	19	115	178	168	95	120
130	.4564	+1.028	99.766	.5212	−0.068	01.523	.4235	+0.005	00.132
	165	166	170	32	111	176	165	102	130
140	.4729	+1.194	99.936	.5180	−0.179	01.699	.4400	+0.107	00.262
	139	132	183	44	104	172	154	106	140
150	.4868	+1.326	00.119	.5136	−0.283	01.871	.4554	+0.213	00.402
	112	89	194	54	92	169	139	106	149
160	.4980	+1.415	00.313	.5082	−0.375	02.040	.4693	+0.319	00.551
	82	39	202	60	77	164	119	100	158
170	.5062	+1.454	00.515	.5022	−0.452	02.204	.4812	+0.419	00.709
	48	17	209	63	62	160	95	90	167
180	.5110	+1.437	00.724	.4959	−0.514	02.364	.4907	+0.509	00.876
	10	74	212	63	44	155	69	74	173
190	.5120	+1.363	00.936	.4896	−0.558	02.519	.4976	+0.583	01.049
	33	128	210	60	27	151	41	55	177
200	.5087	+1.235	01.146	.4836	−0.585	02.670	.5017	+0.638	01.226
	81	175	205	54	9	147	12	31	180
210	.5006	+1.060	01.351	.4782	−0.594	02.817	.5029	+0.669	01.406
	132	210	195	46	8	144	17	7	179
220	.4874	+0.850	01.546	.4736	−0.586	02.961	.5012	+0.676	01.585
	183	231	182	38	24	141	44	18	177
230	.4691	+0.619	01.728	.4698	−0.562	03.102	.4968	+0.658	01.762
	231	236	165	29	40	138	70	41	172
240	.4460	+0.383	01.893	.4669	−0.522	03.240	.4898	+0.617	01.934
	269	226	147	20	54	137	94	62	166
250	.4191	+0.157	02.040	.4649	−0.468	03.377	.4804	+0.555	02.100
	299	204	129	11	67	136	114	78	158
260	.3892	−0.047	02.169	.4638	−0.401	03.513	.4690	+0.477	02.258
	313	175	113	4	78	136	130	90	149
270	.3579	−0.222	02.282	.4634	−0.323	03.649	.4560	+0.387	02.407
	312	145	98	2	88	136	144	97	140
280	.3267	−0.367	02.380	.4636	−0.235	03.785	.4416	+0.290	02.547
	299	115	84	8	95	136	153	100	131
290	.2968	−0.482	02.464	.4644	−0.140	03.921	.4263	+0.190	02.678
	273	87	73	12	99	136	158	99	122
300	.2695	−0.569	02.537	.4656	−0.041	04.057	.4105	+0.091	02.800
	236	64	65	15	101	138	158	95	114
310	.2459	−0.633	02.602	.4671	+0.060	04.195	.3947	−0.004	02.914
	195	44	59	18	100	138	154	89	105
320	.2264	−0.677	02.661	.4689	+0.160	04.333	.3793	−0.093	03.019
	149	27	55	21	96	139	146	80	98
330	.2115	−0.704	02.716	.4710	+0.256	04.472	.3647	−0.173	03.117
	100	11	52	25	90	141	133	70	92
340	.2015	−0.715	02.768	.4735	+0.346	04.613	.3514	−0.243	03.209
	50	2	50	28	80	143	116	60	88
350	.1965	−0.713	02.818	.4763	+0.426	04.756	.3398	−0.303	03.297
	1	16	49	32	69	145	96	49	83
360	.1966	−0.697	02.867	.4795	+0.495	04.901	.3302	−0.352	03.380

	(164) Eva		(165) Loreley		(166) Rhodope	
	T 1904.062	e 0.3469	T 1897.272	e 0.0680	T 1897.436	e 0.2117
	M 100° 28′	a 2.633	M 290° 21′	a 3.129	M 213° 52′.5	a 2.684
	ω 281 44	μ 84″.25	ω 342 30	μ 65″.05	ω 261 28.5	μ 81″.85
	Ω 77 35		Ω 304 3		Ω 129 31.5	
	i 24 24	U 4ª.273	i 11 12	U 5ª.535	i 12 2	U 4ª.398

(167) Urda

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4501	25	−0.025	18	96.318	132
10	.4526	25	−0.043	17	96.450	133
20	.4551	26	−0.060	15	96.583	135
30	.4577	25	−0.075	13	96.718	136
40	.4602	23	−0.088	11	96.854	138
50	.4625	21	−0.099	8	96.992	139
60	.4646	18	−0.107	4	97.131	141
70	.4664	14	−0.111	1	97.272	142
80	.4678	11	−0.112	3	97.414	142
90	.4689	6	−0.109	6	97.556	143
100	.4695	2	−0.103	9	97.699	143
110	.4697	3	−0.094	12	97.842	143
120	.4694	8	−0.082	15	97.985	143
130	.4686	12	−0.067	17	98.128	142
140	.4674	16	−0.050	18	98.270	141
150	.4658	19	−0.032	19	98.411	140
160	.4639	22	−0.013	20	98.551	139
170	.4617	25	+0.007	19	98.690	137
180	.4592	26	+0.026	18	98.827	136
190	.4566	27	+0.044	16	98.963	134
200	.4539	27	+0.060	14	99.097	132
210	.4512	25	+0.074	12	99.229	131
220	.4487	23	+0.086	9	99.360	129
230	.4464	20	+0.095	7	99.489	128
240	.4444	18	+0.102	3	99.617	127
250	.4426	14	+0.105	0	99.744	126
260	.4412	10	+0.105	3	99.870	125
270	.4402	5	+0.102	6	99.995	125
280	.4397	1	+0.096	9	00.120	125
290	.4396	4	+0.087	11	00.245	125
300	.4400	8	+0.076	14	00.370	126
310	.4408	13	+0.062	15	00.496	127
320	.4421	15	+0.047	17	00.623	127
330	.4436	19	+0.030	18	00.750	127
340	.4455	22	+0.012	18	00.877	129
350	.4477	24	−0.006	19	01.006	130
360	.4501		−0.025		01.136	

T 1898.039 *e* 0.0346
M 197° 17′ *a* 2.852
ω 121 7 *μ* 74°.73
Ω 166 30
i 2 11 *U* 4ᵃ.818

(168) Sibylla

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4964	16	+0.123	41	95.290	149
10	.4948	7	+0.082	42	95.439	148
20	.4941	2	+0.040	43	95.587	148
30	.4943	10	−0.003	44	95.735	149
40	.4953	18	−0.047	43	95.884	149
50	.4971	27	−0.090	40	96.033	151
60	.4998	34	−0.130	37	96.184	154
70	.5032	41	−0.167	33	96.338	156
80	.5073	46	−0.200	28	96.494	159
90	.5119	51	−0.228	22	96.653	163
100	.5170	55	−0.250	15	96.816	166
110	.5225	58	−0.265	7	96.982	171
120	.5283	58	−0.272	1	97.153	176
130	.5341	56	−0.271	10	97.329	180
140	.5397	53	−0.261	18	97.509	185
150	.5450	47	−0.243	27	97.694	189
160	.5497	41	−0.216	34	97.883	193
170	.5538	32	−0.182	40	98.076	196
180	.5570	22	−0.142	46	98.272	199
190	.5592	11	−0.096	49	98.471	201
200	.5603	1	−0.047	51	98.672	200
210	.5602	12	+0.004	50	98.872	200
220	.5590	24	+0.054	48	99.072	199
230	.5566	35	+0.102	45	99.271	196
240	.5531	43	+0.147	39	99.467	192
250	.5488	49	+0.186	32	99.659	189
260	.5439	54	+0.218	25	99.848	184
270	.5385	58	+0.243	16	00.032	179
280	.5327	59	+0.259	8	00.211	174
290	.5268	58	+0.267	0	00.385	170
300	.5210	55	+0.267	8	00.555	166
310	.5155	51	+0.259	15	00.721	161
320	.5104	45	+0.244	22	00.882	157
330	.5059	39	+0.222	28	01.039	155
340	.5020	32	+0.194	33	01.194	153
350	.4988	24	+0.161	38	01.347	150
360	.4964		+0.123		01.497	

T 1899.408 *e* 0.0761
M 218° 23′ *a* 3.377
ω 174 27 *μ* 58°.00
Ω 209 15
i 4 36 *U* 6ᵃ.207

(169) Zelia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3198	54	+0.018	35	98.416	81
10	.3252	66	+0.053	35	98.497	83
20	.3318	76	+0.088	34	98.580	86
30	.3394	84	+0.122	31	98.666	89
40	.3478	91	+0.153	28	98.755	93
50	.3569	96	+0.181	23	98.848	97
60	.3665	98	+0.204	18	98.945	102
70	.3763	97	+0.222	12	99.047	106
80	.3860	92	+0.234	5	99.153	111
90	.3952	86	+0.239	3	99.264	115
100	.4038	76	+0.236	11	99.379	120
110	.4114	63	+0.225	18	99.499	123
120	.4177	45	+0.207	27	99.622	127
130	.4222	27	+0.180	33	99.749	129
140	.4249	7	+0.147	39	99.878	130
150	.4256	13	+0.108	42	00.008	130
160	.4243	34	+0.066	45	00.138	129
170	.4209	53	+0.021	44	00.267	126
180	.4156	70	−0.023	42	00.393	122
190	.4086	83	−0.065	38	00.515	118
200	.4003	94	−0.103	34	00.633	113
210	.3909	101	−0.137	28	00.746	109
220	.3808	103	−0.165	21	00.855	103
230	.3705	102	−0.186	15	00.958	99
240	.3603	98	−0.201	8	01.057	94
250	.3505	91	−0.209	2	01.151	91
260	.3414	82	−0.211	4	01.242	87
270	.3332	71	−0.207	9	01.329	83
280	.3261	57	−0.198	15	01.412	81
290	.3204	44	−0.183	20	01.493	79
300	.3160	30	−0.163	23	01.572	78
310	.3130	16	−0.140	27	01.650	77
320	.3114	0	−0.113	30	01.727	77
330	.3114	15	−0.083	32	01.804	77
340	.3129	28	−0.051	34	01.881	78
350	.3157	41	−0.017	35	01.959	79
360	.3198		+0.018		02.038	

T 1890.592 *e* 0.1310
M 328° 1′ *a* 2.358
ω 332 11 *μ* 99°.40
Ω 354 50
i 5 31 *U* 3ᵃ.622

(170) Maria

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.3983	67	+0.547	40	00.267	111
10	.3916	60	+0.587	23	00.378	108
20	.3856	50	+0.610	5	00.486	105
30	.3806	38	+0.615	12	00.591	103
40	.3768	26	+0.603	29	00.694	102
50	.3742	14	+0.574	44	00.796	100
60	.3728	4	+0.530	58	00.896	100
70	.3724	6	+0.472	72	00.996	100
80	.3730	12	+0.400	84	01.096	101
90	.3742	17	+0.316	94	01.197	101
100	.3759	20	+0.222	101	01.298	102
110	.3779	20	+0.121	106	01.400	103
120	.3799	19	+0.015	107	01.503	104
130	.3818	18	−0.092	106	01.607	105
140	.3836	19	−0.198	100	01.712	105
150	.3855	20	−0.298	92	01.817	107
160	.3875	21	−0.390	81	01.924	108
170	.3896	25	−0.471	68	02.032	109
180	.3921	30	−0.539	53	02.141	110
190	.3951	35	−0.592	37	02.251	112
200	.3986	41	−0.629	18	02.363	113
210	.4027	47	−0.647	0	02.476	116
220	.4074	50	−0.647	20	02.592	119
230	.4124	52	−0.627	39	02.711	122
240	.4176	50	−0.588	58	02.833	124
250	.4226	44	−0.530	77	02.957	127
260	.4270	35	−0.453	94	03.084	130
270	.4305	22	−0.359	106	03.214	131
280	.4327	6	−0.253	116	03.345	132
290	.4333	11	−0.137	120	03.477	132
300	.4322	29	−0.017	120	03.609	131
310	.4293	45	+0.103	114	03.740	129
320	.4248	57	+0.217	105	03.869	125
330	.4191	66	+0.322	91	03.994	122
340	.4125	71	+0.413	76	04.116	118
350	.4054	71	+0.489	58	04.234	114
360	.3983		+0.547		04.348	

T 1902.200 e 0.0653
M 81° 36′ a 2.554
ω 155 42 μ 88″.22
Ω 301 23
i 14 22 U 4ª.081

(171) Ophelia

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.5378	53	−0.151	1	97.447	186
10	.5325	66	−0.152	4	97.633	181
20	.5259	76	−0.148	9	97.814	175
30	.5183	82	−0.139	13	97.989	168
40	.5101	86	−0.126	16	98.157	162
50	.5015	87	−0.110	19	98.319	156
60	.4928	86	−0.091	21	98.475	150
70	.4842	82	−0.070	22	98.625	144
80	.4760	77	−0.048	23	98.769	139
90	.4683	69	−0.025	23	98.908	134
100	.4614	59	−0.002	22	99.042	130
110	.4555	47	+0.020	21	99.172	127
120	.4508	36	+0.041	19	99.299	125
130	.4472	23	+0.060	18	99.424	123
140	.4449	9	+0.078	15	99.547	122
150	.4440	4	+0.093	13	99.669	121
160	.4444	18	+0.106	10	99.790	123
170	.4462	31	+0.116	7	99.913	124
180	.4493	44	+0.123	4	00.037	127
190	.4537	56	+0.127	0	00.164	129
200	.4593	67	+0.127	4	00.293	133
210	.4660	75	+0.123	7	00.426	137
220	.4735	82	+0.116	11	00.563	142
230	.4817	86	+0.105	15	00.705	147
240	.4903	89	+0.090	18	00.852	155
250	.4992	88	+0.072	21	01.007	161
260	.5080	85	+0.051	24	01.168	167
270	.5165	78	+0.027	25	01.335	173
280	.5243	69	+0.002	26	01.508	179
290	.5312	57	−0.024	26	01.687	184
300	.5369	43	−0.050	25	01.871	189
310	.5412	27	−0.075	23	02.060	193
320	.5439	10	−0.098	20	02.253	193
330	.5449	7	−0.118	16	02.446	194
340	.5442	24	−0.134	11	02.640	192
350	.5418	40	−0.145	6	02.832	190
360	.5378		−0.151		03.022	

T 1897.765 e 0.1157
M 236° 0′ a 3.144
ω 50 26 μ 64″.57
Ω 100 57
i 2 33 U 5ª.575

(172) Baucis

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.3295	36	+0.177	57	97.540	85
10	.3331	46	+0.234	52	97.625	86
20	.3377	56	+0.286	45	97.711	89
30	.3433	65	+0.331	36	97.800	90
40	.3498	74	+0.367	27	97.890	94
50	.3572	82	+0.394	16	97.984	97
60	.3654	87	+0.410	5	98.081	101
70	.3741	89	+0.415	8	98.182	105
80	.3830	89	+0.407	21	98.287	109
90	.3919	85	+0.386	35	98.396	114
100	.4004	78	+0.351	48	98.510	119
110	.4082	65	+0.303	59	98.629	122
120	.4147	49	+0.244	69	98.751	126
130	.4196	30	+0.175	77	98.877	128
140	.4226	10	+0.098	81	99.005	129
150	.4236	12	+0.017	82	99.134	129
160	.4224	33	−0.065	78	99.263	128
170	.4191	51	−0.143	72	99.391	126
180	.4140	68	−0.215	62	99.517	121
190	.4072	79	−0.277	52	99.638	118
200	.3993	87	−0.329	39	99.756	114
210	.3906	92	−0.368	27	99.870	109
220	.3814	92	−0.395	13	99.979	104
230	.3722	89	−0.408	0	00.083	100
240	.3633	82	−0.408	11	00.183	96
250	.3551	74	−0.397	22	00.279	93
260	.3477	65	−0.375	32	00.372	90
270	.3412	55	−0.343	41	00.462	87
280	.3357	44	−0.302	48	00.549	86
290	.3313	33	−0.254	54	00.635	84
300	.3280	23	−0.200	59	00.719	83
310	.3257	12	−0.141	63	00.802	82
320	.3245	3	−0.078	65	00.884	82
330	.3242	8	−0.013	65	00.966	82
340	.3250	18	+0.052	64	01.048	82
350	.3268	27	+0.116	61	01.130	83
360	.3295		+0.177		01.213	

T 1889.496 e 0.1139
M 316° 44′ a 2.381
ω 356 48.5 μ 98″.01
Ω 332 3
i 10 2.1 U 3ª.673

l	(173) Ino						(174) Phaedra						(175) Andromache					
	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3365	40	−0.286	74	96.052	82	.4614	93	+0.323	96	97.222	145	.4270	79	−0.064	24	00.768	115
10	.3325	18	−0.360	64	96.134	81	.4707	86	+0.419	86	97.367	152	.4349	96	−0.040	26	00.883	120
20	.3307	6	−0.424	54	96.215	81	.4793	76	+0.505	72	97.519	157	.4445	112	−0.014	27	01.003	125
30	.3313	31	−0.478	42	96.296	82	.4869	66	+0.577	56	97.676	163	.4557	126	+0.013	28	01.128	132
40	.3344	58	−0.520	30	96.378	84	.4935	54	+0.633	36	97.839	167	.4683	137	+0.041	29	01.260	140
50	.3402	84	−0.550	17	96.462	86	.4989	41	+0.669	14	98.006	171	.4820	144	+0.070	29	01.400	150
60	.3486	109	−0.567	3	96.548	90	.5030	26	+0.683	9	98.177	173	.4964	147	+0.099	27	01.550	161
70	.3595	133	−0.570	11	96.638	95	.5056	10	+0.674	32	98.350	175	.5111	147	+0.126	26	01.711	172
80	.3728	154	−0.559	28	96.733	102	.5066	8	+0.642	55	98.525	175	.5258	141	+0.152	22	01.883	184
90	.3882	170	−0.531	45	96.835	110	.5058	26	+0.587	74	98.700	174	.5399	130	+0.174	17	02.067	195
100	.4052	180	−0.486	65	96.945	119	.5032	45	+0.513	90	98.874	171	.5529	113	+0.191	12	02.262	207
110	.4232	182	−0.421	84	97.064	129	.4987	64	+0.423	103	99.045	166	.5642	93	+0.203	4	02.469	217
120	.4414	178	−0.337	102	97.193	141	.4923	81	+0.320	111	99.211	161	.5735	68	+0.207	3	02.686	225
130	.4592	164	−0.235	119	97.334	152	.4842	97	+0.209	113	99.372	155	.5803	40	+0.204	10	02.911	231
140	.4756	143	−0.116	133	97.486	164	.4745	109	+0.096	110	99.527	147	.5843	8	+0.194	18	03.142	234
150	.4899	113	+0.017	140	97.650	173	.4636	118	−0.014	105	99.674	140	.5851	23	+0.176	25	03.376	232
160	.5012	78	+0.157	140	97.823	181	.4518	122	−0.119	95	99.814	133	.5828	53	+0.151	30	03.608	229
170	.5090	41	+0.297	133	98.004	187	.4396	122	−0.214	84	99.947	125	.5775	81	+0.121	33	03.837	221
180	.5131	3	+0.430	117	98.191	188	.4274	115	−0.298	71	00.072	118	.5694	104	+0.088	35	04.058	212
190	.5134	32	+0.547	95	98.379	186	.4159	105	−0.369	57	00.190	112	.5590	124	+0.053	35	04.270	202
200	.5102	63	+0.642	69	98.565	183	.4054	92	−0.426	42	00.302	107	.5466	139	+0.018	33	04.472	190
210	.5039	89	+0.711	41	98.748	177	.3962	75	−0.468	29	00.409	104	.5327	146	−0.015	31	04.662	177
220	.4950	107	+0.752	14	98.925	169	.3887	55	−0.497	15	00.513	101	.5181	149	−0.046	28	04.839	166
230	.4843	121	+0.766	12	99.094	160	.3832	34	−0.512	2	00.614	98	.5032	148	−0.074	23	05.005	155
240	.4722	130	+0.754	36	99.254	151	.3798	13	−0.514	11	00.712	97	.4884	143	−0.097	19	05.160	145
250	.4592	136	+0.718	57	99.405	142	.3785	8	−0.503	24	00.809	97	.4741	133	−0.116	15	05.305	135
260	.4456	136	+0.661	73	99.547	133	.3793	29	−0.479	37	00.906	98	.4608	120	−0.131	10	05.440	128
270	.4320	135	+0.588	87	99.680	126	.3822	48	−0.442	49	01.004	100	.4488	104	−0.141	6	05.568	122
280	.4185	131	+0.501	96	99.806	118	.3870	65	−0.393	61	01.104	102	.4384	86	−0.147	2	05.690	117
290	.4054	127	+0.405	103	99.924	110	.3935	80	−0.332	73	01.206	106	.4298	68	−0.149	2	05.807	112
300	.3927	120	+0.302	106	00.034	105	.4015	90	−0.259	83	01.312	111	.4230	47	−0.147	6	05.919	109
310	.3807	113	+0.196	106	00.139	100	.4105	98	−0.176	91	01.423	115	.4183	25	−0.141	10	06.028	108
320	.3694	103	+0.090	103	00.239	95	.4203	104	−0.085	98	01.538	121	.4158	4	−0.131	12	06.136	107
330	.3591	90	−0.013	98	00.334	90	.4307	105	+0.013	103	01.659	126	.4154	18	−0.119	16	06.243	107
340	.3501	77	−0.111	92	00.424	87	.4412	103	+0.116	105	01.785	132	.4172	39	−0.103	18	06.350	109
350	.3424	59	−0.203	83	00.511	85	.4515	99	+0.221	102	01.917	139	.4211	59	−0.085	21	06.459	111
360	.3365		−0.286		00.596		.4614		+0.323		02.056		.4270		−0.064		06.570	

(173) Ino		(174) Phaedra		(175) Andromache	
T 1897.053	e 0.2056	T 1897.765	e 0.1460	T 1904.281	e 0.1931
M 71° 13!3	a 2.743	M 129° 24'	a 2.859	M 240° 2!5	a 3.229
ω 224 39.6	μ 79°22	ω 286 21	μ 74°47	ω 301 55.5	μ 62°04
Ω 148 45		Ω 328 40		Ω 25 22	
i 14 15.7	U 4a544	i 12 6.5	U 4a834	i 3 10.6	U 5a802

(176) Idunna

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4196	7	+0.394	185	00.324	118
10	.4189	5	+0.209	190	00.442	119
20	.4184	5	+0.019	190	00.561	117
30	.4179	5	−0.171	185	00.678	118
40	.4174	1	−0.356	174	00.796	117
50	.4173	7	−0.530	160	00.913	117
60	.4180	21	−0.690	141	01.030	118
70	.4201	38	−0.831	121	01.148	121
80	.4239	58	−0.952	99	01.269	122
90	.4297	82	−1.051	75	01.391	126
100	.4379	107	−1.126	49	01.517	132
110	.4486	131	−1.175	21	01.649	139
120	.4617	152	−1.196	10	01.788	149
130	.4769	169	−1.186	46	01.937	161
140	.4938	177	−1.140	85	02.098	174
150	.5115	175	−1.055	127	02.272	188
160	.5290	161	−0.928	172	02.460	204
170	.5451	134	−0.756	214	02.664	218
180	.5585	92	−0.542	247	02.882	229
190	.5677	41	−0.295	268	03.111	237
200	.5718	14	−0.027	271	03.348	239
210	.5704	67	+0.244	255	03.587	234
220	.5637	113	+0.499	225	03.821	224
230	.5524	147	+0.724	184	04.045	211
240	.5377	166	+0.908	140	04.256	197
250	.5211	171	+1.048	96	04.453	182
260	.5040	166	+1.144	55	04.635	168
270	.4874	154	+1.199	18	04.803	156
280	.4720	137	+1.217	15	04.959	146
290	.4583	115	+1.202	46	05.105	138
300	.4468	92	+1.156	73	05.243	131
310	.4376	68	+1.083	97	05.374	127
320	.4308	48	+0.986	119	05.501	123
330	.4260	32	+0.867	140	05.624	121
340	.4228	20	+0.727	159	05.745	120
350	.4208	12	+0.568	174	05.865	118
360	.4196		+0.394		05.983	

T 1904.391 *e* 0.1752
M 241° 2!5 *a* 3.176
ω 182 42.5 *μ* 63°61
Ω 200 59.5
i 22 42 *U* 5ª659

(177) Irma

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3332	44	+0.010	9	95.956	79
10	.3288	20	+0.019	8	96.035	78
20	.3268	5	+0.027	8	96.113	77
30	.3273	31	+0.035	7	96.190	78
40	.3304	55	+0.042	6	96.268	80
50	.3359	79	+0.048	5	96.348	82
60	.3438	102	+0.053	3	96.430	86
70	.3540	123	+0.056	3	96.516	90
80	.3663	142	+0.059	1	96.606	95
90	.3805	158	+0.060	1	96.701	103
100	.3963	171	+0.059	3	96.804	111
110	.4134	179	+0.056	4	96.915	120
120	.4313	182	+0.052	7	97.035	131
130	.4495	180	+0.045	9	97.166	142
140	.4675	172	+0.036	10	97.308	153
150	.4847	156	+0.026	13	97.461	166
160	.5003	133	+0.013	14	97.627	178
170	.5136	104	−0.001	15	97.805	188
180	.5240	69	−0.016	14	97.993	195
190	.5309	31	−0.030	14	98.188	199
200	.5340	9	−0.044	12	98.387	201
210	.5331	49	−0.056	10	98.588	198
220	.5282	86	−0.066	7	98.786	192
230	.5196	119	−0.073	4	98.978	183
240	.5077	145	−0.077	1	99.161	172
250	.4932	164	−0.078	2	99.333	161
260	.4768	176	−0.076	4	99.494	148
270	.4592	182	−0.072	7	99.642	137
280	.4410	181	−0.065	7	99.779	126
290	.4229	175	−0.058	9	99.905	115
300	.4054	165	−0.049	10	00.020	107
310	.3889	151	−0.039	10	00.127	100
320	.3738	133	−0.029	10	00.227	93
330	.3605	113	−0.019	10	00.320	88
340	.3492	92	−0.009	10	00.408	84
350	.3400	68	+0.001	9	00.492	80
360	.3332		+0.010		00.572	

T 1897.053 *e* 0.2343
M 71° 43' *a* 2.772
ω 33 16 *μ* 78°00
Ω 349 25
i 1 27 *U* 4ª616

(178) Belisana

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3923	33	−0.064	10	00.522	109
10	.3956	31	−0.054	11	00.631	110
20	.3987	29	−0.043	13	00.741	112
30	.4016	25	−0.030	14	00.853	113
40	.4041	21	−0.016	14	00.966	114
50	.4062	16	−0.002	15	01.080	116
60	.4078	10	+0.013	15	01.196	116
70	.4088	5	+0.028	14	01.312	117
80	.4093	1	+0.042	12	01.429	117
90	.4092	7	+0.054	10	01.546	116
100	.4085	13	+0.064	9	01.662	116
110	.4072	18	+0.073	6	01.778	116
120	.4054	23	+0.079	4	01.894	114
130	.4031	26	+0.083	1	02.008	113
140	.4005	29	+0.084	2	02.121	111
150	.3976	31	+0.082	4	02.232	110
160	.3945	32	+0.078	6	02.342	108
170	.3913	33	+0.072	9	02.450	107
180	.3880	31	+0.063	10	02.557	105
190	.3849	30	+0.053	12	02.662	104
200	.3819	27	+0.041	13	02.766	102
210	.3792	23	+0.028	13	02.868	101
220	.3769	20	+0.015	14	02.969	100
230	.3749	15	+0.001	13	03.069	100
240	.3734	10	−0.012	13	03.169	99
250	.3724	4	−0.025	13	03.268	98
260	.3720	1	−0.038	11	03.366	98
270	.3721	6	−0.049	10	03.464	98
280	.3727	11	−0.059	8	03.562	99
290	.3738	15	−0.067	7	03.661	100
300	.3753	21	−0.074	4	03.761	101
310	.3774	25	−0.078	2	03.862	101
320	.3799	28	−0.080	0	03.963	102
330	.3827	31	−0.080	3	04.065	104
340	.3858	32	−0.077	5	04.169	106
350	.3890	33	−0.072	8	04.275	107
360	.3923		−0.064		04.382	

T 1902.091 *e* 0.0431
M 237° 57' *a* 2.461
ω 212 31 *μ* 93°26
Ω 50 56
i 1 54.5 *U* 3ª860

(179) Klytaemnestra

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4163	20	+0.342	21	97.627	112
10	.4183	34	+0.321	31	97.739	113
20	.4217	48	+0.290	40	97.852	116
30	.4265	60	+0.250	47	97.968	118
40	.4325	69	+0.203	54	98.086	122
50	.4394	77	+0.149	61	98.208	126
60	.4471	83	+0.088	66	98.334	130
70	.4554	85	+0.022	69	98.464	136
80	.4639	85	−0.047	71	98.600	142
90	.4724	83	−0.118	69	98.742	147
100	.4807	79	−0.187	66	98.889	153
110	.4886	72	−0.253	60	99.042	158
120	.4958	64	−0.313	51	99.200	163
130	.5022	54	−0.364	41	99.363	168
140	.5076	41	−0.405	28	99.531	171
150	.5117	29	−0.433	14	99.702	173
160	.5146	16	−0.447	1	99.875	176
170	.5162	1	−0.446	16	00.051	177
180	.5163	14	−0.430	30	00.228	176
190	.5149	29	−0.400	43	00.404	174
200	.5120	43	−0.357	55	00.578	171
210	.5077	56	−0.302	64	00.749	168
220	.5021	68	−0.238	69	00.917	163
230	.4953	77	−0.169	73	01.080	157
240	.4876	85	−0.096	73	01.237	152
250	.4791	90	−0.023	72	01.389	146
260	.4701	90	+0.049	66	01.535	140
270	.4611	88	+0.115	60	01.675	134
280	.4523	84	+0.175	53	01.809	129
290	.4439	77	+0.228	45	01.938	124
300	.4362	67	+0.273	35	02.062	120
310	.4295	56	+0.308	26	02.182	117
320	.4239	42	+0.334	16	02.299	114
330	.4197	27	+0.350	7	02.413	112
340	.4170	11	+0.357	3	02.525	112
350	.4159	4	+0.354	12	02.637	111
360	.4163		+0.342		02.748	

T 1897.765 e 0.1152
M 14° 33′ a 2.971
ω 100 31 μ 70″.29
Ω 253 12
i 7 48 U 5ª.121

(180) Garumna

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4653	122	+0.032	4	99.154	141
10	.4531	129	+0.036	3	99.295	134
20	.4402	131	+0.039	1	99.429	126
30	.4271	128	+0.040	0	99.555	119
40	.4143	122	+0.040	1	99.674	112
50	.4021	113	+0.039	2	99.786	106
60	.3908	101	+0.037	3	99.892	101
70	.3807	87	+0.034	4	99.993	96
80	.3720	71	+0.030	5	00.089	93
90	.3649	54	+0.025	5	00.182	91
100	.3595	36	+0.020	5	00.273	89
110	.3559	17	+0.015	6	00.362	87
120	.3542	2	+0.009	6	00.449	87
130	.3544	20	+0.003	6	00.536	88
140	.3564	40	−0.003	7	00.624	89
150	.3604	58	−0.010	6	00.713	91
160	.3662	75	−0.016	6	00.804	94
170	.3737	91	−0.022	5	00.898	97
180	.3828	105	−0.027	5	90.995	102
190	.3933	115	−0.032	4	01.097	107
200	.4048	124	−0.036	3	01.204	114
210	.4172	128	−0.039	3	01.318	120
220	.4300	130	−0.042	1	01.438	128
230	.4430	128	−0.043	0	01.566	135
240	.4558	120	−0.043	2	01.701	143
250	.4678	109	−0.041	3	01.844	151
260	.4787	93	−0.038	4	01.995	159
270	.4880	73	−0.034	6	02.154	165
280	.4953	49	−0.028	7	02.319	169
290	.5002	24	−0.021	8	02.488	172
300	.5026	3	−0.013	9	02.660	173
310	.5023	29	−0.004	9	02.833	172
320	.4994	55	+0.005	8	03.005	168
330	.4939	78	+0.013	7	03.173	164
340	.4861	97	+0.020	6	03.337	157
350	.4764	111	+0.026	6	03.494	149
360	.4653		+0.032		03.643	

T 1899.846 e 0.1697
M 308° 54′ a 2.721
ω 169 16 μ 80″.20
Ω 314 38
i 0 53.6 U 4ª.489

(181) Eucharis

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t*)	Δ
0°	.4715	206	−0.572	100	98.595	142
10	.4509	194	−0.672	72	98.737	130
20	.4315	174	−0.744	47	98.867	119
30	.4141	149	−0.791	24	98.986	110
40	.3992	119	−0.815	2	99.096	104
50	.3873	87	−0.817	16	99.200	99
60	.3786	56	−0.801	34	99.299	96
70	.3730	24	−0.767	51	99.395	94
80	.3706	8	−0.716	68	99.489	94
90	.3714	35	−0.648	84	99.583	95
100	.3749	60	−0.564	100	99.678	97
110	.3809	80	−0.464	116	99.775	100
120	.3889	96	−0.348	130	99.875	104
130	.3985	109	−0.218	143	99.979	109
140	.4094	117	−0.075	153	00.088	115
150	.4211	122	+0.078	158	00.203	122
160	.4333	125	+0.236	161	00.325	128
170	.4458	126	+0.397	158	00.453	136
180	.4584	128	+0.555	149	00.589	145
190	.4712	129	+0.704	136	00.734	153
200	.4841	130	+0.840	118	00.887	163
210	.4971	129	+0.958	94	01.050	173
220	.5100	127	+1.052	65	01.223	184
230	.5227	123	+1.117	31	01.407	194
240	.5350	114	+1.148	5	01.601	204
250	.5464	98	+1.143	46	01.805	215
260	.5562	75	+1.097	88	02.020	225
270	.5637	46	+1.009	129	02.245	232
280	.5683	11	+0.880	165	02.477	235
290	.5694	31	+0.715	192	02.712	232
300	.5663	75	+0.523	208	02.944	226
310	.5588	118	+0.315	212	03.170	217
320	.5470	157	+0.103	203	03.387	204
330	.5313	185	−0.100	184	03.591	189
340	.5128	203	−0.284	158	03.780	172
350	.4925	210	−0.442	130	03.952	156
360	.4715		−0.572		04.108	

T 1887.793 e 0.2194
M 305° 50′ a 3.121
ω 310 26 μ 65″.30
Ω 144 59
i 18 35.5 U 5ª.513

*) Nach neueren Beobachtungen erfordert t jetzt die Korrektion +0ª.071.

l	(182) Elsa					
	log r cos b		r sin b		t	
0°	.3226		−0.076		99.497	
		97		1		79
10	.3129		−0.077	—	99.576	
		80		1		75
20	.3049		−0.076		99.651	
		61		3		73
30	.2988		−0.073		99.724	
		42		5		72
40	.2946		−0.068		99.796	
		20		6		70
50	.2926	—	−0.062		99.866	
		1		8		70
60	.2927		−0.054		99.936	
		22		9		70
70	.2949		−0.045		00.006	
		42		11		72
80	.2991		−0.034		00.078	
		62		12		73
90	.3053		−0.022		00.151	
		81		13		76
100	.3134		−0.009		00.227	
		97		14		79
110	.3231		+0.005		00.306	
		112		14		82
120	.3343		+0.019		00.388	
		126		15		87
130	.3469		+0.034		00.475	
		135		14		93
140	.3604		+0.048		00.568	
		142		13		99
150	.3746		+0.061		00.667	
		145		13		106
160	.3891		+0.074		00.773	
		142		12		113
170	.4033		+0.086		00.886	
		136		9		121
180	.4169		+0.095		01.007	
		124		6		128
190	.4293		+0.101		01.135	
		107		3		135
200	.4400		+0.104	—	01.270	
		85		1		140
210	.4485		+0.103		01.410	
		59		4		146
220	.4544		+0.099		01.556	
		31		8		149
230	.4575		+0.091		01.705	
		0		12		150
240	.4575	—	+0.079		01.855	
		30		14		149
250	.4545		+0.065		02.004	
		59		17		146
260	.4486		+0.048		02.150	
		85		18		141
270	.4401		+0.030		02.291	
		107		18		135
280	.4294		+0.012		02.426	
		124		18		127
290	.4170		−0.006		02.553	
		137		16		121
300	.4033		−0.022		02.674	
		143		14		113
310	.3890		−0.036		02.787	
		145		13		106
320	.3745		−0.049		02.893	
		143		10		99
330	.3602		−0.059		02.992	
		137		8		92
340	.3465		−0.067		03.084	
		126		6		87
350	.3339		−0.073		03.171	
		113		3		83
360	.3226		−0.076		03.254	

T 1897.217 e 0.1882
M 102° 52′ a 2.417
ω 308 15 μ 95.°83
Ω 106 40
i 2 10 U 3.ª757

l	(183) Istria					
	log r cos b		r sin b		t	
0°	.2705		−0.561		00.480	
		209		88		66
10	.2496		−0.649		00.546	
		167		66		60
20	.2329		−0.715		00.606	
		121		47		56
30	.2208		−0.762		00.662	
		70		31		54
40	.2138		−0.793		00.716	
		18		16		52
50	.2120	—	−0.809		00.768	
		35		1		53
60	.2155		−0.810	—	00.821	
		88		14		55
70	.2243		−0.796		00.876	
		141		31		57
80	.2384		−0.765		00.933	
		191		49		62
90	.2575		−0.716		00.995	
		235		71		68
100	.2810		−0.645		01.063	
		273		98		77
110	.3083		−0.547		01.140	
		300		128		88
120	.3383		−0.419		01.228	
		316		162		101
130	.3699		−0.257		01.329	
		317		197		117
140	.4016		−0.060		01.446	
		302		229		136
150	.4318		+0.169		01.582	
		273		255		154
160	.4591		+0.424		01.736	
		233		267		170
170	.4824		+0.691		01.906	
		187		263		194
180	.5011		+0.954		02.100	
		138		241		206
190	.5149		+1.195		02.306	
		91		202		217
200	.5240		+1.397		02.523	
		48		152		224
210	.5288		+1.549		02.747	
		10		93		227
220	.5298	—	+1.642		02.974	
		25		30		227
230	.5273		+1.672	—	03.201	
		54		32		222
240	.5219		+1.640		03.423	
		82		90		216
250	.5137		+1.550		03.639	
		110		143		205
260	.5027		+1.407		03.844	
		139		187		195
270	.4888		+1.220		04.039	
		168		219		181
280	.4720		+1.001		04.220	
		197		238		166
290	.4523		+0.763		04.386	
		226		245		151
300	.4297		+0.518		04.537	
		251		239		136
310	.4046		+0.279		04.673	
		270		222		120
320	.3776		+0.057		04.793	
		281		197		106
330	.3495		−0.140		04.899	
		280		169		93
340	.3215		−0.309		04.992	
		268		140		81
350	.2947		−0.449		05.073	
		242		112		73
360	.2705		−0.561		05.146	

T 1900.941 e 0.3494
M 15° 39′ a 2.792
ω 262 22 μ 77.°15
Ω 142 46
i 26 26 U 4.ª666

l	(184) Dejopeja					
	log r cos b		r sin b		t	
0°	.5288		+0.030		98.348	
		4		11		180
10	.5284		+0.041		98.528	
		13		9		179
20	.5271		+0.050		98.707	
		21		7		177
30	.5250		+0.057		98.884	
		27		6		176
40	.5223		+0.063		99.060	
		33		4		173
50	.5190		+0.067		99.233	
		37		1		170
60	.5153		+0.068	—	99.403	
		41		1		166
70	.5112		+0.067		99.569	
		44		3		162
80	.5068		+0.064		99.731	
		45		5		159
90	.5023		+0.059		99.890	
		45		6		156
100	.4978		+0.053		00.046	
		42		8		153
110	.4936		+0.045		00.199	
		38		9		149
120	.4898		+0.036		00.348	
		35		10		146
130	.4863		+0.026		00.494	
		31		10		143
140	.4832		+0.016		00.637	
		25		10		142
150	.4807		+0.006		00.779	
		18		12		141
160	.4789		−0.006		00.920	
		11		11		139
170	.4778		−0.017		01.059	
		3		10		139
180	.4775	—	−0.027		01.198	
		4		10		139
190	.4779		−0.037		01.337	
		11		8		140
200	.4790		−0.045		01.477	
		17		7		140
210	.4807		−0.052		01.617	
		24		5		142
220	.4831		−0.057		01.759	
		30		4		144
230	.4861		−0.061		01.903	
		36		3		146
240	.4897		−0.064		02.049	
		40		0		149
250	.4937		−0.064	—	02.198	
		42		1		152
260	.4979		−0.063		02.350	
		44		4		156
270	.5023		−0.059		02.506	
		45		5		159
280	.5068		−0.054		02.665	
		44		7		163
290	.5112		−0.047		02.828	
		42		8		167
300	.5154		−0.039		02.995	
		38		10		170
310	.5192		−0.029		03.165	
		33		12		172
320	.5225		−0.017		03.337	
		26		12		176
330	.5251		−0.005		03.513	
		20		12		177
340	.5271		+0.007		03.690	
		12		12		179
350	.5283		+0.019		03.869	
		5		11		180
360	.5288		+0.030		04.049	

T 1902.419 e 0.0619
M 77° 9′ a 3.192
ω 205 20 μ 63.°14
Ω 334 35
i 1 11.3 U 5.ª701

l	(186) Celuta			(187) Lamberta			(189) Phthia		
	log $r \cos b$	$r \sin b$	t	log $r \cos b$	$r \sin b$	t	log $r \cos b$	$r \sin b$	t
0°	.3098	−0.121	97.862	.5041	−0.228	98.067	.3735	+0.085	97.801
10	.3167	−0.039	97.942	.5160	−0.131	98.252	.3735	+0.050	97.900
20	.3245	+0.047	98.024	.5241	−0.025	98.445	.3738	+0.013	97.999
30	.3328	+0.134	98.109	.5278	+0.086	98.644	.3745	−0.024	98.099
40	.3416	+0.221	98.198	.5268	+0.194	98.844	.3756	−0.061	98.200
50	.3507	+0.304	98.290	.5213	+0.292	99.040	.3769	−0.096	98.301
60	.3601	+0.382	98.387	.5118	+0.376	99.230	.3785	−0.128	98.402
70	.3696	+0.451	98.488	.4989	+0.441	99.411	.3804	−0.157	98.504
80	.3792	+0.510	98.593	.4834	+0.486	99.581	.3826	−0.182	98.607
90	.3887	+0.555	98.703	.4663	+0.511	99.738	.3850	−0.201	98.711
100	.3979	+0.584	98.818	.4483	+0.518	99.882	.3875	−0.214	98.817
110	.4065	+0.595	98.938	.4301	+0.508	00.015	.3901	−0.221	98.924
120	.4142	+0.586	99.062	.4122	+0.483	00.137	.3927	−0.221	99.032
130	.4207	+0.557	99.190	.3952	+0.447	00.250	.3954	−0.214	99.141
140	.4256	+0.508	99.322	.3795	+0.400	00.355	.3979	−0.201	99.252
150	.4285	+0.441	99.456	.3654	+0.346	00.453	.4001	−0.181	99.364
160	.4291	+0.357	99.592	.3530	+0.286	00.545	.4020	−0.156	99.477
170	.4271	+0.260	99.727	.3424	+0.221	00.632	.4034	−0.126	99.591
180	.4224	+0.156	99.860	.3337	+0.154	00.715	.4043	−0.091	99.706
190	.4151	+0.049	99.989	.3271	+0.085	00.796	.4047	−0.053	99.821
200	.4055	−0.056	00.114	.3225	+0.015	00.875	.4046	−0.014	99.935
210	.3940	−0.154	00.232	.3200	−0.053	00.952	.4038	+0.026	00.050
220	.3812	−0.242	00.344	.3196	−0.120	01.028	.4024	+0.065	00.164
230	.3678	−0.316	00.450	.3215	−0.184	01.105	.4005	+0.101	00.277
240	.3543	−0.377	00.549	.3256	−0.245	01.183	.3983	+0.134	00.390
250	.3413	−0.423	00.642	.3320	−0.300	01.263	.3958	+0.163	00.501
260	.3292	−0.455	00.730	.3407	−0.350	01.346	.3930	+0.186	00.610
270	.3186	−0.473	00.813	.3516	−0.393	01.433	.3900	+0.203	00.718
280	.3098	−0.477	00.893	.3647	−0.427	01.524	.3871	+0.214	00.825
290	.3030	−0.469	00.970	.3797	−0.452	01.622	.3843	+0.218	00.930
300	.2983	−0.449	01.045	.3965	−0.466	01.727	.3818	+0.216	01.034
310	.2956	−0.418	01.119	.4146	−0.467	01.841	.3795	+0.207	01.137
320	.2950	−0.377	01.192	.4336	−0.453	01.965	.3775	+0.192	01.239
330	.2963	−0.326	01.265	.4528	−0.423	02.101	.3759	+0.172	01.340
340	.2993	−0.266	01.339	.4715	−0.376	02.249	.3747	+0.147	01.440
350	.3039	−0.197	01.414	.4889	−0.310	02.410	.3739	+0.118	01.540
360	.3098	−0.121	01.491	.5041	−0.228	02.583	.3735	+0.085	01.640

(186) Celuta		(187) Lamberta		(189) Phthia	
T 1897.655	e 0.1511	T 1897.655	e 0.2353	T 1900.393	e 0.0361
M 2° 40′	a 2.362	M 94° 42′.5	a 2.732	M 234° 17′	a 2.452
ω 313 36	μ 99″.19	ω 192 2.5	μ 79″.71	ω 166 1	μ 93″.77
Ω 14 36		Ω 22 14		Ω 203 23	
i 13 11	U 3ª.629	i 10 41.3	U 4ª.516	i 5 9	U 3ª.839

l	(190) Ismene log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5994	131	−0.023	71	94.121	219
10	.5863	129	−0.094	64	94.340	206
20	.5734	124	−0.158	55	94.546	195
30	.5610	115	−0.213	47	94.741	184
40	.5495	103	−0.260	37	94.925	175
50	.5392	88	−0.297	28	95.100	168
60	.5304	72	−0.325	18	95.268	162
70	.5232	53	−0.343	9	95.430	157
80	.5179	34	−0.352	1	95.587	154
90	.5145	15	−0.351	10	95.741	152
100	.5130	5	−0.341	18	95.893	151
110	.5135	26	−0.323	27	96.044	153
120	.5161	45	−0.296	36	96.197	156
130	.5206	63	−0.260	43	96.353	159
140	.5269	79	−0.217	50	96.512	165
150	.5348	94	−0.167	57	96.677	171
160	.5442	106	−0.110	63	96.848	179
170	.5548	116	−0.047	68	97.027	189
180	.5664	122	+0.021	71	97.216	200
190	.5786	126	+0.092	72	97.416	211
200	.5912	126	+0.164	71	97.627	224
210	.6038	122	+0.235	68	97.851	237
220	.6160	113	+0.303	61	98.088	250
230	.6273	101	+0.364	52	98.338	263
240	.6374	87	+0.416	39	98.601	275
250	.6461	69	+0.455	25	98.876	284
260	.6530	46	+0.480	8	99.160	292
270	.6576	22	+0.488	9	99.452	297
280	.6598	3	+0.479	27	99.749	299
290	.6595	27	+0.452	43	00.048	297
300	.6568	51	+0.409	57	00.345	291
310	.6517	73	+0.352	67	00.636	282
320	.6444	93	+0.285	75	00.918	272
330	.6351	109	+0.210	78	01.190	260
340	.6242	120	+0.132	79	01.450	246
350	.6122	128	+0.053	76	01.696	233
360	.5994		−0.023		01.929	

T 1904.062 e 0.1677
M 14° 26′ a 3.9355
ω 286 11 μ 46″.11
Ω 176 56
i 6 8.3 U 7ª.808

l	(191) Kolga log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4223	32	−0.185	83	98.481	116
10	.4191	24	−0.268	74	98.597	114
20	.4167	14	−0.342	64	98.711	114
30	.4153	2	−0.406	53	98.825	113
40	.4151	11	−0.459	40	98.938	113
50	.4162	24	−0.499	26	99.051	115
60	.4186	39	−0.525	13	99.166	116
70	.4225	53	−0.538	2	99.282	118
80	.4278	64	−0.536	17	99.400	122
90	.4342	74	−0.519	33	99.522	126
100	.4416	82	−0.486	49	99.648	130
110	.4498	84	−0.437	64	99.778	135
120	.4582	83	−0.373	77	99.913	140
130	.4665	78	−0.296	90	00.053	145
140	.4743	71	−0.206	101	00.198	152
150	.4814	60	−0.105	107	00.350	156
160	.4874	45	+0.002	109	00.506	159
170	.4919	28	+0.111	108	00.665	162
180	.4947	12	+0.219	101	00.827	164
190	.4959	3	+0.320	90	00.991	165
200	.4956	16	+0.410	76	01.156	163
210	.4940	28	+0.486	60	01.319	162
220	.4912	39	+0.546	41	01.481	159
230	.4873	46	+0.587	22	01.640	157
240	.4827	49	+0.609	2	01.797	153
250	.4778	52	+0.611	17	01.950	149
260	.4726	55	+0.594	35	02.099	145
270	.4671	55	+0.559	50	02.244	142
280	.4616	54	+0.509	64	02.386	139
290	.4562	53	+0.445	77	02.525	135
300	.4509	53	+0.368	86	02.660	132
310	.4456	52	+0.282	92	02.792	128
320	.4404	50	+0.190	95	02.920	126
330	.4354	48	+0.095	96	03.046	123
340	.4306	44	−0.001	94	03.169	121
350	.4262	39	−0.095	90	03.290	118
360	.4223		−0.185		03.408	

T 1897.546 e 0.0910
M 271° 52′ a 2.896
ω 224 21 μ 73″.05
Ω 159 51
i 11 29.5 U 4ª.927

l	(192) Nausikaa log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.2603	19	+0.063	35	96.320	62
10	.2584	6	+0.098	32	96.382	61
20	.2590	31	+0.130	30	96.443	61
30	.2621	56	+0.160	26	96.504	63
40	.2677	81	+0.186	22	96.567	66
50	.2758	106	+0.208	18	96.633	68
60	.2864	129	+0.226	13	96.701	71
70	.2993	150	+0.239	7	96.772	76
80	.3143	167	+0.246	1	96.848	82
90	.3310	182	+0.247	7	96.930	90
100	.3492	192	+0.240	14	97.020	97
110	.3684	196	+0.226	24	97.117	107
120	.3880	193	+0.202	33	97.224	116
130	.4073	184	+0.169	42	97.340	127
140	.4257	165	+0.127	50	97.467	137
150	.4422	139	+0.077	57	97.604	147
160	.4561	104	+0.020	60	97.751	156
170	.4665	65	−0.040	62	97.907	162
180	.4730	22	−0.102	59	98.069	166
190	.4752	22	−0.161	52	98.235	165
200	.4730	65	−0.213	43	98.400	162
210	.4665	102	−0.256	31	98.562	156
220	.4563	134	−0.287	19	98.718	148
230	.4429	159	−0.306	7	98.866	138
240	.4270	175	−0.313	5	99.004	128
250	.4095	185	−0.308	14	99.132	118
260	.3910	187	−0.294	22	99.250	108
270	.3723	185	−0.272	29	99.358	99
280	.3538	176	−0.243	33	99.457	91
290	.3362	165	−0.210	37	99.548	84
300	.3197	149	−0.173	39	99.632	78
310	.3048	131	−0.134	40	99.710	74
320	.2917	112	−0.094	41	99.784	70
330	.2805	90	−0.053	40	99.854	66
340	.2715	68	−0.013	39	99.920	64
350	.2647	44	+0.026	37	99.984	62
360	.2603		+0.063		00.046	

T 1888.566 e 0.2446
M 324° 20′ a 2.403
ω 27 41 μ 96″.63
Ω 343 25
i 6 51.6 U 3ª.726

l	(194) Prokne						(195) Eurykleia						(196) Philomela					
	log r cos b		r sin b		t		log r cos b		r sin b		t		log r cos b		r sin b		t	
0°	.3168	83	−0.244	115	97.848	81	.4691	28	−0.049	63	96.197	142	.4837	17	−0.373	24	98.325	147
10	.3251	97	−0.359	110	97.929	85	.4663	32	+0.014	62	96.339	141	.4854	20	−0.349	34	98.472	149
20	.3348	112	−0.469	102	98.014	90	.4631	36	+0.076	58	96.480	138	.4874	22	−0.315	44	98.621	150
30	.3460	128	−0.571	92	98.104	94	.4595	37	+0.134	53	96.618	136	.4896	22	−0.271	53	98.771	152
40	.3588	144	−0.663	79	98.198	101	.4558	37	+0.187	47	96.754	134	.4918	21	−0.218	60	98.923	154
50	.3732	158	−0.742	63	98.299	108	.4521	35	+0.234	39	96.888	131	.4939	20	−0.158	66	99.077	155
60	.3890	171	−0.805	43	98.407	116	.4486	32	+0.273	30	97.019	129	.4959	17	−0.092	69	99.232	157
70	.4061	181	−0.848	21	98.523	126	.4454	28	+0.303	21	97.148	128	.4976	13	−0.023	70	99.389	157
80	.4242	186	−0.869	5	98.649	137	.4426	23	+0.324	11	97.276	126	.4989	10	+0.047	69	99.546	158
90	.4428	181	−0.864	36	98.786	150	.4403	16	+0.335	2	97.402	125	.4999	6	+0.116	66	99.704	159
100	.4609	167	−0.828	69	98.936	162	.4387	9	+0.337	8	97.527	124	.5005	1	+0.182	60	99.863	159
110	.4776	142	−0.759	104	99.098	174	.4378	3	+0.329	18	97.651	124	.5006	2	+0.242	52	00.022	159
120	.4918	105	−0.655	136	99.272	184	.4375	4	+0.311	26	97.775	124	.5004	5	+0.294	44	00.181	159
130	.5023	57	−0.519	164	99.456	191	.4379	10	+0.285	35	97.899	125	.4999	6	+0.338	33	00.340	159
140	.5080	1	−0.355	181	99.647	194	.4389	16	+0.250	43	98.024	125	.4993	8	+0.371	21	00.499	158
150	.5081	56	−0.174	186	99.841	192	.4405	20	+0.207	49	98.149	126	.4985	8	+0.392	9	00.657	157
160	.5025	113	+0.012	179	00.033	184	.4425	24	+0.158	54	98.275	127	.4977	8	+0.401	3	00.814	157
170	.4912	159	+0.191	160	00.217	173	.4449	26	+0.104	58	98.402	129	.4969	10	+0.398	14	00.971	156
180	.4753	194	+0.351	134	00.390	159	.4475	28	+0.046	60	98.531	131	.4959	9	+0.384	27	01.127	155
190	.4559	215	+0.485	105	00.549	145	.4503	28	−0.014	60	98.662	132	.4950	9	+0.357	37	01.282	155
200	.4344	222	+0.590	75	00.694	131	.4531	28	−0.074	59	98.794	134	.4941	10	+0.320	47	01.437	154
210	.4122	219	+0.665	48	00.825	118	.4559	27	−0.133	55	98.928	136	.4931	11	+0.273	55	01.591	154
220	.3903	206	+0.713	23	00.943	108	.4586	27	−0.188	50	99.064	137	.4920	11	+0.218	61	01.745	153
230	.3697	187	+0.736	1	01.051	98	.4613	25	−0.238	44	99.201	139	.4909	12	+0.157	66	01.898	152
240	.3510	161	+0.737	17	01.149	91	.4638	23	−0.282	36	99.340	140	.4897	13	+0.091	68	02.050	151
250	.3349	135	+0.720	34	01.240	84	.4661	21	−0.318	26	99.480	142	.4884	14	+0.023	69	02.201	150
260	.3214	107	+0.686	49	01.324	80	.4682	19	−0.344	16	99.622	143	.4870	14	−0.046	66	02.351	149
270	.3107	79	+0.637	62	01.404	77	.4701	16	−0.360	4	99.765	145	.4856	13	−0.112	63	02.500	148
280	.3028	51	+0.575	74	01.481	74	.4717	13	−0.364	8	99.910	146	.4843	12	−0.175	57	02.648	147
290	.2977	27	+0.501	85	01.555	73	.4730	10	−0.356	18	00.056	146	.4831	11	−0.232	50	02.795	147
300	.2950	5	+0.416	95	01.628	73	.4740	6	−0.338	29	00.202	147	.4820	7	−0.282	41	02.942	146
310	.2945	14	+0.321	103	01.701	72	.4746	0	−0.309	38	00.349	147	.4813	4	−0.323	32	03.088	145
320	.2959	31	+0.218	110	01.773	73	.4746	5	−0.271	47	00.496	147	.4809	1	−0.355	21	03.233	145
330	.2990	46	+0.108	116	01.846	75	.4741	11	−0.224	54	00.643	146	.4810	5	−0.376	11	03.378	146
340	.3036	60	−0.008	118	01.921	77	.4730	17	−0.170	59	00.789	145	.4815	9	−0.387	1	03.524	146
350	.3096	72	−0.126	118	01.998	79	.4713	22	−0.111	62	00.934	144	.4824	13	−0.386	13	03.670	147
360	.3168		−0.244		02.077		.4691		−0.049		01.078		.4837		−0.373		03.817	

(194) Prokne		(195) Eurykleia		(196) Philomela	
T 1899.079	e 0.2394	T 1896.889	e 0.0423	T 1901.269	e 0.0215
M 130° 9′	a 2.614	M 289° 6′	a 2.877	M 240° 25′	a 3.113
ω 160 37	μ 85°.14	ω 118 7	μ 73°.76	ω 237 19	μ 65°.55
Ω 159 21		Ω 7 44.2		Ω 73 20	
i 18 25	U 4ª.229	i 7 0.1	U 4ª.881	i 7 17	U 5ª.492

(197) Arete

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3662		−0.357		98.682	
		73		9		95
10	.3735		−0.348		98.777	
		90		18		98
20	.3825		−0.330		98.875	
		105		28		102
30	.3930		−0.302		98.977	
		118		38		108
40	.4048		−0.264		99.085	
		127		49		115
50	.4175		−0.215		99.200	
		131		58		121
60	.4306		−0.157		99.321	
		131		67		129
70	.4437		−0.090		99.450	
		126		74		136
80	.4563		−0.016		99.586	
		117		79		145
90	.4680		+0.063		99.731	
		103		81		152
100	.4783		+0.144		99.883	
		85		79		159
110	.4868		+0.223		00.042	
		64		74		165
120	.4932		+0.297		00.207	
		41		65		168
130	.4973		+0.362		00.375	
		17		53		171
140	.4990		+0.415		00.546	
		7		38		171
150	.4983		+0.453		00.717	
		29		22		170
160	.4954		+0.475		00.887	
		50		5		167
170	.4904		+0.480		01.054	
		69		12		162
180	.4835		+0.468		01.216	
		85		27		156
190	.4750		+0.441		01.372	
		97		41		150
200	.4653		+0.400		01.522	
		106		52		144
210	.4547		+0.348		01.666	
		113		60		136
220	.4434		+0.288		01.802	
		116		66		129
230	.4318		+0.222		01.931	
		117		69		123
240	.4201		+0.153		02.054	
		115		70		116
250	.4086		+0.083		02.170	
		109		69		110
260	.3977		+0.014		02.280	
		102		66		105
270	.3875		−0.052		02.385	
		91		62		100
280	.3784		−0.114		02.485	
		78		57		96
290	.3706		−0.171		02.581	
		62		50		94
300	.3644		−0.221		02.675	
		46		43		91
310	.3598		−0.264		02.766	
		27		35		90
320	.3571		−0.299		02.856	
		7		28		88
330	.3564		−0.327		02.944	
		13		19		89
340	.3577		−0.346		03.033	
		33		10		90
350	.3610		−0.356		03.123	
		52		1		92
360	.3662		−0.357		03.215	

T 1900.065 e 0.1627
M 134° 40′ a 2.739
ω 243 28 μ 79°.41
Ω 82 2
i 8 49 U 4ᵃ.533

(198) Ampella

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.2733		+0.308		99.518	
		24		4		65
10	.2757		+0.304		99.583	
		52		12		66
20	.2809		+0.292		99.649	
		76		20		68
30	.2885		+0.272		99.717	
		100		28		72
40	.2985		+0.244		99.789	
		123		35		75
50	.3108		+0.209		99.864	
		142		44		79
60	.3250		+0.165		99.943	
		158		51		86
70	.3408		+0.114		00.029	
		169		59		92
80	.3577		+0.055		00.121	
		174		65		99
90	.3751		−0.010		00.220	
		176		71		108
100	.3927		−0.081		00.328	
		172		74		117
110	.4099		−0.155		00.445	
		162		74		127
120	.4261		−0.229		00.572	
		145		71		136
130	.4406		−0.300		00.708	
		124		64		144
140	.4530		−0.364		00.852	
		98		54		152
150	.4628		−0.418		01.004	
		68		40		158
160	.4696		−0.458		01.162	
		36		24		162
170	.4732		−0.482		01.324	
		2		6		163
180	.4734		−0.488		01.487	
		33		13		163
190	.4701		−0.475		01.650	
		65		31		158
200	.4636		−0.444		01.808	
		95		46		153
210	.4541		−0.398		01.961	
		121		58		145
220	.4420		−0.340		02.106	
		143		67		137
230	.4277		−0.273		02.243	
		158		71		126
240	.4119		−0.202		02.369	
		168		73		119
250	.3951		−0.129		02.488	
		173		71		110
260	.3778		−0.058		02.598	
		174		68		101
270	.3604		+0.010		02.699	
		168		62		93
280	.3436		+0.072		02.792	
		158		56		86
290	.3278		+0.128		02.878	
		143		49		81
300	.3135		+0.177		02.959	
		126		40		76
310	.3009		+0.217		03.035	
		106		33		72
320	.2903		+0.250		03.107	
		81		26		69
330	.2822		+0.276		03.176	
		56		18		66
340	.2766		+0.294		03.242	
		30		11		66
350	.2736		+0.305		03.308	
		3		3		65
360	.2733		+0.308		03.373	

T 1903.898 e 0.2269
M 51° 40′ a 2.459
ω 87 16 μ 93°.37
Ω 268 28
i 9 18.7 U 3ᵃ.855

(199) Byblis

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.4811		−0.835		97.673	
		140		13		156
10	.4951		−0.848		97.829	
		147		12		167
20	.5098		−0.836		97.996	
		147		41		178
30	.5245		−0.795		98.174	
		141		70		190
40	.5386		−0.725		98.364	
		127		100		204
50	.5513		−0.625		98.568	
		102		129		214
60	.5615		−0.496		98.782	
		72		154		223
70	.5687		−0.342		99.005	
		36		171		228
80	.5723		−0.171		99.233	
		5		179		230
90	.5718		+0.008		99.463	
		47		176		227
100	.5671		+0.184		99.690	
		85		164		221
110	.5586		+0.348		99.911	
		115		144		210
120	.5471		+0.492		00.121	
		139		118		199
130	.5332		+0.610		00.320	
		154		90		186
140	.5178		+0.700		00.506	
		159		62		172
150	.5019		+0.762		00.678	
		157		34		160
160	.4862		+0.796		00.838	
		149		9		150
170	.4713		+0.805		00.988	
		135		14		140
180	.4578		+0.791		01.128	
		120		34		132
190	.4458		+0.757		01.260	
		102		53		126
200	.4356		+0.704		01.386	
		82		68		120
210	.4274		+0.636		01.506	
		63		83		116
220	.4211		+0.553		01.622	
		46		95		113
230	.4165		+0.458		01.735	
		30		106		112
240	.4135		+0.352		01.847	
		15		114		110
250	.4120		+0.238		01.957	
		1		120		110
260	.4119		+0.118		02.067	
		12		123		110
270	.4131		−0.005		02.177	
		23		124		111
280	.4154		−0.129		02.288	
		35		123		113
290	.4189		−0.252		02.401	
		47		118		114
300	.4236		−0.370		02.515	
		61		111		118
310	.4297		−0.481		02.633	
		74		100		121
320	.4371		−0.581		02.754	
		88		88		126
330	.4459		−0.669		02.880	
		104		74		132
340	.4563		−0.743		03.012	
		118		56		138
350	.4681		−0.799		03.150	
		130		36		147
360	.4811		−0.835		03.297	

T 1904.938 e 0.1827
M 182° 30′ a 3.162
ω 171 58 μ 64°.02
Ω 89 34
i 15 24.7 U 5ᵃ.624

(201) Penelope

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3471	57	−0.087	36	97.440	87
10	.3528	74	−0.123	33	97.527	90
20	.3602	91	−0.156	31	97.617	93
30	.3693	105	−0.187	27	97.710	97
40	.3798	119	−0.214	22	97.807	103
50	.3917	129	−0.236	16	97.910	108
60	.4046	136	−0.252	10	98.018	115
70	.4182	140	−0.262	2	98.133	123
80	.4322	139	−0.264	6	98.256	131
90	.4461	133	−0.258	16	98.387	140
100	.4594	122	−0.242	24	98.527	148
110	.4716	106	−0.218	34	98.675	156
120	.4822	84	−0.184	42	98.831	163
130	.4906	59	−0.142	49	98.994	169
140	.4965	31	−0.093	54	99.163	172
150	.4996	0	−0.039	55	99.335	173
160	.4996	31	+0.016	54	99.508	172
170	.4965	59	+0.070	50	99.680	169
180	.4906	85	+0.120	45	99.849	162
190	.4821	106	+0.165	37	00.011	156
200	.4715	123	+0.202	28	00.167	147
210	.4592	134	+0.230	19	00.314	140
220	.4458	140	+0.249	10	00.454	131
230	.4318	140	+0.259	1	00.585	122
240	.4178	136	+0.260	6	00.707	115
250	.4042	129	+0.254	13	00.822	109
260	.3913	118	+0.241	20	00.931	102
270	.3795	105	+0.221	24	01.033	97
280	.3690	90	+0.197	29	01.130	93
290	.3600	75	+0.168	32	01.223	89
300	.3525	57	+0.136	34	01.312	87
310	.3468	37	+0.102	37	01.399	85
320	.3431	18	+0.065	38	01.484	84
330	.3413	0	+0.027	38	01.568	83
340	.3413	20	−0.011	38	01.651	84
350	.3433	38	−0.049	38	01.735	85
360	.3471		−0.087		01.820	

T 1897.874 e 0.1809
M 53° 2′ a 2.678
ω 177 43 μ 82°17
Ω 157 9
i 5 43.4 U 4ª380

(202) Chryseïs

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5114	74	−0.339	53	95.994	167
10	.5040	80	−0.392	38	96.161	162
20	.4960	82	−0.430	24	96.323	155
30	.4878	80	−0.454	10	96.478	150
40	.4798	76	−0.464	4	96.628	144
50	.4722	71	−0.460	17	96.772	140
60	.4651	64	−0.443	30	96.912	135
70	.4587	55	−0.413	40	97.047	132
80	.4532	46	−0.373	50	97.179	128
90	.4486	36	−0.323	58	97.307	126
100	.4450	26	−0.265	64	97.433	125
110	.4424	15	−0.201	70	97.558	123
120	.4409	6	−0.131	73	97.681	123
130	.4403	4	−0.058	75	97.804	123
140	.4407	13	+0.017	74	97.927	123
150	.4420	21	+0.091	72	98.050	124
160	.4441	31	+0.163	69	98.174	125
170	.4472	39	+0.232	63	98.299	128
180	.4511	48	+0.295	56	98.427	130
190	.4559	57	+0.351	47	98.557	133
200	.4616	65	+0.398	37	98.690	137
210	.4681	71	+0.435	25	98.827	142
220	.4752	76	+0.460	12	98.969	146
230	.4828	79	+0.472	2	99.115	152
240	.4907	79	+0.470	17	99.267	157
250	.4986	76	+0.453	32	99.424	163
260	.5062	70	+0.421	47	99.587	169
270	.5132	61	+0.374	60	99.756	174
280	.5193	49	+0.314	72	99.930	179
290	.5242	34	+0.242	82	00.109	182
300	.5276	17	+0.160	89	00.291	184
310	.5293	2	+0.071	91	00.475	184
320	.5291	21	−0.020	90	00.659	184
330	.5270	38	−0.110	86	00.843	181
340	.5232	53	−0.196	77	01.024	177
350	.5179	65	−0.273	66	01.201	173
360	.5114		−0.339		01.374	

T 1896.889 e 0.1021
M 296° 13′ a 3.071
ω 355 17 μ 66°91
Ω 137 46
i 8 49.5 U 5ª380

(203) Pompeja

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4166	28	+0.029	24	97.722	114
10	.4138	21	+0.053	22	97.836	113
20	.4117	14	+0.075	20	97.949	112
30	.4103	6	+0.095	17	98.061	111
40	.4097	1	+0.112	14	98.172	111
50	.4098	8	+0.126	10	98.283	112
60	.4106	16	+0.136	7	98.395	112
70	.4122	23	+0.143	2	98.507	113
80	.4145	31	+0.145	2	98.620	115
90	.4176	36	+0.143	6	98.735	116
100	.4212	40	+0.137	10	98.851	118
110	.4252	44	+0.127	14	98.969	121
120	.4296	47	+0.113	18	99.090	123
130	.4343	47	+0.095	21	99.213	126
140	.4390	46	+0.074	24	99.339	128
150	.4436	44	+0.050	26	99.467	131
160	.4480	40	+0.024	27	99.598	134
170	.4520	34	−0.003	28	99.732	136
180	.4554	28	−0.031	27	99.868	138
190	.4582	22	−0.058	26	00.006	140
200	.4604	14	−0.084	23	00.146	141
210	.4618	5	−0.107	20	00.287	141
220	.4623	3	−0.127	15	00.428	142
230	.4620	12	−0.142	11	00.570	141
240	.4608	19	−0.153	6	00.711	140
250	.4589	26	−0.159	1	00.851	139
260	.4563	32	−0.160	4	00.990	137
270	.4531	37	−0.156	9	01.127	135
280	.4494	41	−0.147	14	01.262	132
290	.4453	44	−0.133	17	01.394	130
300	.4409	44	−0.116	20	01.524	127
310	.4365	44	−0.096	23	01.651	124
320	.4321	44	−0.073	25	01.775	122
330	.4277	41	−0.048	26	01.897	120
340	.4236	37	−0.022	26	02.017	117
350	.4199	33	+0.004	25	02.134	115
360	.4166		+0.029		02.249	

T 1899.024 e 0.0606
M 65° 39′ a 2.736
ω 53 46 μ 79°52
Ω 348 38
i 3 12.3 U 4ª527

(204) Kallisto

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4297	137	+0.171	60	96.872	130
10	.4434	129	+0.111	68	97.002	138
20	.4563	115	+0.043	74	97.140	147
30	.4678	98	−0.031	76	97.287	154
40	.4776	76	−0.107	75	97.441	160
50	.4852	52	−0.182	71	97.601	164
60	.4904	24	−0.253	63	97.765	168
70	.4928	3	−0.316	51	97.933	169
80	.4925	29	−0.367	37	98.102	167
90	.4896	52	−0.404	23	98.269	164
100	.4844	74	−0.427	8	98.433	159
110	.4770	91	−0.435	8	98.592	154
120	.4679	105	−0.427	22	98.746	147
130	.4574	115	−0.405	34	98.893	140
140	.4459	121	−0.371	44	99.033	132
150	.4338	123	−0.327	51	99.165	125
160	.4215	123	−0.276	57	99.290	118
170	.4092	119	−0.219	60	99.408	111
180	.3973	113	−0.159	62	99.519	106
190	.3860	104	−0.097	61	99.625	100
200	.3756	94	−0.036	60	99.725	96
210	.3662	81	+0.024	57	99.821	93
220	.3581	65	+0.081	52	99.914	89
230	.3516	48	+0.133	48	00.003	87
240	.3468	30	+0.181	43	00.090	85
250	.3438	12	+0.224	36	00.175	85
260	.3426	8	+0.260	29	00.260	84
270	.3434	29	+0.289	22	00.344	85
280	.3463	50	+0.311	14	00.429	87
290	.3513	69	+0.325	6	00.516	89
300	.3582	87	+0.331	2	00.605	92
310	.3669	104	+0.329	12	00.697	97
320	.3773	119	+0.317	21	00.794	101
330	.3892	129	+0.296	32	00.895	108
340	.4021	137	+0.264	42	01.003	115
350	.4158	139	+0.222	51	01.118	122
360	.4297		+0.171		01.240	

T 1888.839 *e* 0.1712
M 140° 55′ *a* 2.672
ω 51 17 *μ* 82″.41
Ω 205 54
i 8 17 *U* 4ª.368

(205) Martha

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4283	2	+0.271	78	97.956	122
10	.4285	3	+0.193	84	98.078	122
20	.4288	4	+0.109	88	98.200	122
30	.4292	3	+0.021	88	98.322	123
40	.4295	3	−0.067	86	98.445	123
50	.4298	3	−0.153	82	98.568	123
60	.4301	5	−0.235	74	98.691	123
70	.4306	6	−0.309	66	98.814	123
80	.4312	9	−0.375	55	98.937	124
90	.4321	13	−0.430	42	99.061	124
100	.4334	17	−0.472	29	99.185	125
110	.4351	21	−0.501	14	99.310	127
120	.4372	26	−0.515	1	99.437	128
130	.4398	29	−0.514	16	99.565	129
140	.4427	31	−0.498	32	99.694	132
150	.4458	32	−0.466	46	99.826	133
160	.4490	30	−0.420	60	99.959	135
170	.4520	26	−0.360	72	00.094	137
180	.4546	19	−0.288	83	00.231	138
190	.4565	12	−0.205	89	00.369	139
200	.4577	4	−0.116	93	00.508	140
210	.4581	6	−0.023	94	00.648	140
220	.4575	16	+0.071	91	00.788	139
230	.4559	23	+0.162	86	00.927	138
240	.4536	29	+0.248	76	01.065	136
250	.4507	32	+0.324	66	01.201	134
260	.4475	35	+0.390	52	01.335	132
270	.4440	35	+0.442	38	01.467	130
280	.4405	33	+0.480	23	01.597	128
290	.4372	28	+0.503	9	01.725	127
300	.4344	23	+0.512	7	01.852	125
310	.4321	17	+0.505	21	01.977	123
320	.4304	13	+0.484	36	02.100	123
330	.4291	7	+0.448	48	02.223	122
340	.4284	2	+0.400	60	02.345	122
350	.4282	1	+0.340	69	02.467	122
360	.4283		+0.271		02.589	

T 1886.156 *e* 0.0334
M 139° 40′ *a* 2.779
ω 172 9 *μ* 77″.71
Ω 212 26
i 10 40 *U* 4ª.633

(206) Hersilia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4354	32	−0.102	23	97.724	124
10	.4322	30	−0.125	19	97.848	121
20	.4292	28	−0.144	14	97.969	120
30	.4264	24	−0.158	10	98.089	120
40	.4240	20	−0.168	4	98.209	118
50	.4220	16	−0.172	0	98.327	118
60	.4204	10	−0.172	5	98.445	117
70	.4194	4	−0.167	10	98.562	116
80	.4190	0	−0.157	15	98.678	115
90	.4190	6	−0.142	19	98.793	116
100	.4196	12	−0.123	22	98.909	117
110	.4208	16	−0.101	26	99.026	117
120	.4224	20	−0.075	28	99.143	119
130	.4244	23	−0.047	30	99.262	119
140	.4267	26	−0.017	31	99.381	120
150	.4293	28	+0.014	31	99.501	122
160	.4321	29	+0.045	29	99.623	124
170	.4350	30	+0.074	28	99.747	126
180	.4380	29	+0.102	25	99.873	127
190	.4409	27	+0.127	22	00.000	129
200	.4436	26	+0.149	17	00.129	131
210	.4462	24	+0.166	12	00.260	132
220	.4486	20	+0.178	7	00.392	134
230	.4506	17	+0.185	1	00.526	135
240	.4523	12	+0.186	5	00.661	136
250	.4535	7	+0.181	11	00.797	136
260	.4542	2	+0.170	16	00.933	137
270	.4544	4	+0.154	21	01.070	136
280	.4540	9	+0.133	25	01.206	136
290	.4531	14	+0.108	28	01.342	135
300	.4517	19	+0.080	31	01.477	134
310	.4498	24	+0.049	32	01.611	133
320	.4474	27	+0.017	32	01.744	131
330	.4447	29	−0.015	31	01.875	129
340	.4418	32	−0.046	29	02.004	128
350	.4386	32	−0.075	27	02.132	127
360	.4354		−0.102		02.259	

T 1887.470 *e* 0.0407
M 184° 58′ *a* 2.740
ω 300 24 *μ* 79″.38
Ω 145 26
i 3 45.5 *U* 4ª.535

(207) Hedda

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3678	14	−0.075	25	96.732	101
10	.3692	10	−0.050	26	96.833	101
20	.3702	6	−0.024	27	96.934	101
30	.3708	2	+0.003	27	97.035	102
40	.3710	3	+0.030	26	97.137	102
50	.3707	8	+0.056	25	97.239	101
60	.3699	11	+0.081	22	97.340	101
70	.3688	15	+0.103	18	97.441	101
80	.3673	17	+0.121	15	97.542	99
90	.3656	20	+0.136	10	97.641	99
100	.3636	21	+0.146	6	97.740	98
110	.3615	21	+0.152	1	97.838	97
120	.3594	21	+0.153	4	97.935	96
130	.3573	21	+0.149	8	98.031	95
140	.3552	19	+0.141	12	98.126	94
150	.3533	18	+0.129	16	98.220	93
160	.3515	16	+0.113	19	98.313	93
170	.3499	13	+0.094	22	98.406	92
180	.3486	11	+0.072	24	98.498	92
190	.3475	8	+0.048	25	98.590	91
200	.3467	5	+0.023	26	98.681	91
210	.3462	2	−0.003	25	98.772	90
220	.3460	1	−0.028	25	98.862	91
230	.3461	4	−0.053	23	98.953	91
240	.3465	7	−0.076	21	99.044	91
250	.3472	11	−0.097	19	99.135	91
260	.3483	14	−0.116	15	99.226	92
270	.3497	16	−0.131	11	99.318	92
280	.3513	18	−0.142	7	99.410	94
290	.3531	21	−0.149	2	99.504	94
300	.3552	23	−0.151	2	99.598	95
310	.3575	23	−0.149	6	99.693	96
320	.3598	22	−0.143	11	99.789	98
330	.3620	21	−0.132	16	99.887	98
340	.3641	20	−0.116	19	99.985	99
350	.3661	17	−0.097	22	00.084	100
360	.3678		−0.075		00.184	

T 1898.094 e 0.0288
M 280° 15′ a 2.284
ω 190 38 μ 104″.30
Ω 28 58
i 3 49 U 3ᵃ.452

(208) Lacrimosa

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.4637	11	−0.008	16	99.015	138
10	.4626	12	+0.008	15	99.153	137
20	.4614	12	+0.023	15	99.290	136
30	.4602	12	+0.038	13	99.426	136
40	.4590	10	+0.051	12	99.562	135
50	.4580	10	+0.063	10	99.697	134
60	.4570	9	+0.073	8	99.831	134
70	.4561	8	+0.081	5	99.965	133
80	.4553	5	+0.086	2	00.098	133
90	.4548	3	+0.088	0	00.231	132
100	.4545	1	+0.088	2	00.363	133
110	.4544	0	+0.086	5	00.496	132
120	.4544	2	+0.081	8	00.628	132
130	.4546	5	+0.073	10	00.760	133
140	.4551	8	+0.063	12	00.893	133
150	.4559	9	+0.051	13	01.026	134
160	.4568	10	+0.038	15	01.160	134
170	.4578	10	+0.023	15	01.294	135
180	.4588	12	+0.008	16	01.429	136
190	.4600	12	−0.008	15	01.565	136
200	.4612	11	−0.023	15	01.701	137
210	.4623	11	−0.038	14	01.838	137
220	.4634	11	−0.052	12	01.975	138
230	.4645	10	−0.064	10	02.113	139
240	.4655	8	−0.074	8	02.252	140
250	.4663	7	−0.082	6	02.392	140
260	.4670	5	−0.088	3	02.532	140
270	.4675	3	−0.091	0	02.672	141
280	.4678	1	−0.091	3	02.813	141
290	.4679	0	−0.088	5	02.954	141
300	.4679	2	−0.083	8	03.095	141
310	.4677	4	−0.075	10	03.236	141
320	.4673	7	−0.065	12	03.377	140
330	.4666	8	−0.053	14	03.517	140
340	.4658	10	−0.039	15	03.657	139
350	.4648	11	−0.024	16	03.796	139
360	.4637		−0.008		03.935	

T 1899.900 e 0.0157
M 315° 24′ a 2.893
ω 105 47 μ 73″.17
Ω 5 18
i 1 47 U 4ᵃ.920

(209) Dido

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.5045	46	−0.014	72	96.104	163
10	.5091	41	+0.058	73	96.267	167
20	.5132	33	+0.131	70	96.434	169
30	.5165	26	+0.201	64	96.603	172
40	.5191	18	+0.265	56	96.775	174
50	.5209	9	+0.321	46	96.949	175
60	.5218	1	+0.367	34	97.124	175
70	.5219	7	+0.401	21	97.299	175
80	.5212	14	+0.422	8	97.474	174
90	.5198	20	+0.430	6	97.648	173
100	.5178	26	+0.424	19	97.821	171
110	.5152	32	+0.405	32	97.992	169
120	.5120	35	+0.373	43	98.161	166
130	.5085	39	+0.330	52	98.327	163
140	.5046	43	+0.278	60	98.490	160
150	.5003	45	+0.218	65	98.650	157
160	.4958	46	+0.153	69	98.807	154
170	.4912	47	+0.084	70	98.961	150
180	.4865	46	+0.014	69	99.111	147
190	.4819	43	−0.055	66	99.258	144
200	.4776	40	−0.121	61	99.402	142
210	.4736	34	−0.182	54	99.544	139
220	.4702	27	−0.236	47	99.683	137
230	.4675	19	−0.283	39	99.820	135
240	.4656	10	−0.322	29	99.955	135
250	.4646	1	−0.351	20	00.090	135
260	.4645	9	−0.371	9	00.225	135
270	.4654	19	−0.380	2	00.360	135
280	.4673	28	−0.378	13	00.495	137
290	.4701	37	−0.365	23	00.632	140
300	.4738	45	−0.342	34	00.772	142
310	.4783	50	−0.308	43	00.914	145
320	.4833	53	−0.265	53	01.059	148
330	.4886	54	−0.212	60	01.207	152
340	.4940	54	−0.152	67	01.359	156
350	.4994	51	−0.085	71	01.515	160
360	.5045		−0.014		01.675	

T 1897.984 e 0.0659
M 222° 33′ a 3.142
ω 249 40 μ 64″.63
Ω 2 0
i 7 14.5 U 5ᵃ.571

(210) Isabella

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3904	50	−0.124	36	01.898	102
10	.3854	40	−0.088	38	02.000	99
20	.3814	25	−0.050	39	02.099	98
30	.3789	12	−0.011	38	02.197	97
40	.3777	1	+0.027	38	02.294	97
50	.3778	15	+0.065	36	02.391	97
60	.3793	28	+0.101	33	02.488	98
70	.3821	41	+0.134	31	02.586	100
80	.3862	54	+0.165	27	02.686	102
90	.3916	66	+0.192	22	02.788	105
100	.3982	76	+0.214	16	02.893	109
110	.4058	84	+0.230	10	03.002	112
120	.4142	91	+0.240	3	03.114	117
130	.4233	95	+0.243	3	03.231	123
140	.4328	96	+0.240	11	03.354	128
150	.4424	94	+0.229	19	03.482	133
160	.4518	89	+0.210	27	03.615	139
170	.4607	80	+0.183	34	03.754	145
180	.4687	67	+0.149	40	03.899	150
190	.4754	52	+0.109	46	04.049	154
200	.4806	34	+0.063	48	04.203	157
210	.4840	16	+0.015	49	04.360	159
220	.4856	5	−0.034	49	04.519	159
230	.4851	24	−0.083	45	04.678	159
240	.4827	42	−0.128	40	04.837	156
250	.4785	59	−0.168	33	04.993	152
260	.4726	72	−0.201	26	05.145	148
270	.4654	82	−0.227	18	05.293	142
280	.4572	89	−0.245	9	05.435	136
290	.4483	93	−0.254	1	05.571	132
300	.4390	95	−0.255	7	05.703	126
310	.4295	93	−0.248	14	05.829	121
320	.4202	86	−0.234	20	05.950	116
330	.4116	79	−0.214	26	06.066	111
340	.4037	71	−0.188	30	06.177	108
350	.3966	62	−0.158	34	06.285	104
360	.3904		−0.124		06.389	

T 1897.820 e 0.1238
M 358°48′ a 2.722
ω 10 17 μ 80°.16
Ω 33 3
i 5 18 U $4^{a}.491$

(211) Isolde

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4542	108	+0.192	10	00.326	128
10	.4434	98	+0.182	15	00.454	122
20	.4336	85	+0.167	19	00.576	117
30	.4251	69	+0.148	22	00.693	112
40	.4182	54	+0.126	25	00.805	109
50	.4128	37	+0.101	27	00.914	108
60	.4091	19	+0.074	28	01.022	106
70	.4072	1	+0.046	30	01.128	105
80	.4071	17	+0.016	30	01.233	106
90	.4088	33	−0.014	30	01.339	107
100	.4121	51	−0.044	30	01.446	109
110	.4172	67	−0.074	28	01.555	112
120	.4239	82	−0.102	26	01.667	116
130	.4321	94	−0.128	24	01.783	121
140	.4415	106	−0.152	21	01.904	127
150	.4521	115	−0.173	17	02.031	133
160	.4636	121	−0.190	11	02.164	141
170	.4757	123	−0.201	6	02.305	149
180	.4880	122	−0.207	0	02.454	156
190	.5002	116	−0.207	7	02.610	167
200	.5118	107	−0.200	14	02.777	176
210	.5225	93	−0.186	22	02.953	183
220	.5318	75	−0.164	29	03.136	190
230	.5393	53	−0.135	34	03.326	197
240	.5446	29	−0.101	38	03.523	200
250	.5475	3	−0.063	41	03.723	201
260	.5478	23	−0.022	42	03.924	200
270	.5455	48	+0.020	40	04.124	198
280	.5407	70	+0.060	37	04.322	193
290	.5337	89	+0.097	32	04.515	185
300	.5248	104	+0.129	26	04.700	177
310	.5144	115	+0.155	20	04.877	169
320	.5029	123	+0.175	14	05.046	160
330	.4906	124	+0.189	7	05.206	149
340	.4782	122	+0.196	1	05.355	142
350	.4660	118	+0.197	5	05.497	135
360	.4542		+0.192		05.632	

T 1895.903 e 0.1609
M 1° 10′ a 3.042
ω 170 43 μ 67°.84
Ω 265 19
i 3 52 U $5^{a}.306$

(212) Medea

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4589	65	+0.152	22	00.153	130
10	.4524	55	+0.174	16	00.283	126
20	.4469	43	+0.190	11	00.409	123
30	.4426	31	+0.201	5	00.532	121
40	.4395	16	+0.206	1	00.653	120
50	.4379	1	+0.205	6	00.773	119
60	.4378	13	+0.199	12	00.892	120
70	.4391	27	+0.187	17	01.012	121
80	.4418	40	+0.170	22	01.133	123
90	.4458	52	+0.148	26	01.256	125
100	.4510	64	+0.122	31	01.381	128
110	.4574	72	+0.091	34	01.509	134
120	.4646	80	+0.057	37	01.643	138
130	.4726	84	+0.020	39	01.781	143
140	.4810	87	−0.019	40	01.924	149
150	.4897	88	−0.059	40	02.073	154
160	.4985	85	−0.099	38	02.227	160
170	.5070	79	−0.137	36	02.387	168
180	.5149	72	−0.173	31	02.555	174
190	.5221	62	−0.204	25	02.729	179
200	.5283	49	−0.229	18	02.908	183
210	.5332	36	−0.247	10	03.091	187
220	.5368	20	−0.257	1	03.278	189
230	.5388	2	−0.258	8	03.467	191
240	.5390	14	−0.250	16	03.658	190
250	.5376	29	−0.234	24	03.848	188
260	.5347	44	−0.210	30	04.036	185
270	.5303	58	−0.180	36	04.221	180
280	.5245	70	−0.144	39	04.401	175
290	.5175	79	−0.105	42	04.576	170
300	.5096	84	−0.063	42	04.746	163
310	.5012	89	−0.021	41	04.909	157
320	.4923	89	+0.020	39	05.066	151
330	.4834	87	+0.059	35	05.217	144
340	.4747	82	+0.094	31	05.361	139
350	.4665	76	+0.125	27	05.500	133
360	.4589		+0.152		05.633	

T 1899.572 e 0.1163
M 276° 3′ a 3.109
ω 101 17 μ 65°.69
Ω 315 7
i 4 17 U $5^{a}.480$

l	(213) Lilaea log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(214) Aschera log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(215) Oenone log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4166		−0.262		96.040		.4211		+0.048		99.391		.4272		−0.034		00.582	
		103		32		119		26		25		120		11		13		120
10	.4269		−0.294		96.159		.4185		+0.073		99.511		.4283		−0.021		00.702	
		107		24		125		26		23		117		14		13		120
20	.4376		−0.318		96.284		.4159		+0.096		99.628		.4297		−0.008		00.822	
		108		15		131		26		19		116		18		14		121
30	.4484		−0.333		96.415		.4133		+0.115		99.744		.4315		+0.006		00.943	
		106		6		138		25		16		115		22		15		123
40	.4590		−0.339		96.553		.4108		+0.131		99.859		.4337		+0.021		01.066	
		101		5		145		25		12		114		24		14		124
50	.4691		−0.334		96.698		.4083		+0.143		99.973		.4361		+0.035		01.190	
		91		17		151		22		7		112		25		12		126
60	.4782		−0.317		96.849		.4061		+0.150		00.085		.4386		+0.047		01.316	
		79		29		157		17		3		111		26		11		127
70	.4861		−0.288		97.006		.4044		+0.153		00.196		.4412		+0.058		01.443	
		61		39		162		14		1		111		27		10		128
80	.4922		−0.249		97.168		.4030		+0.152		00.307		.4439		+0.068		01.571	
		40		49		166		11		6		110		26		8		130
90	.4962		−0.200		97.334		.4019		+0.146		00.417		.4465		+0.076		01.701	
		18		57		168		6		11		110		24		5		131
100	.4980		−0.143		97.502		.4013		+0.135		00.527		.4489		+0.081		01.832	
		5		62		169		1		14		110		21		3		133
110	.4975		−0.081		97.671		.4012		+0.121		00.637		.4510		+0.084		01.965	
		30		65		167		3		18		109		19		1		134
120	.4945		−0.016		97.838		.4015		+0.103		00.746		.4529		+0.085		02.099	
		52		64		164		8		21		109		16		2		135
130	.4893		+0.048		98.002		.4023		+0.082		00.855		.4545		+0.083		02.234	
		72		61		160		11		23		110		12		5		136
140	.4821		+0.109		98.162		.4034		+0.059		00.965		.4557		+0.078		02.370	
		89		54		154		15		25		111		7		7		137
150	.4732		+0.163		98.316		.4049		+0.034		01.076		.4564		+0.071		02.507	
		103		47		147		18		27		112		3		10		137
160	.4629		+0.210		98.463		.4067		+0.007		01.188		.4567		+0.061		02.644	
		111		38		140		20		27		113		3		11		137
170	.4518		+0.248		98.603		.4087		−0.020		01.301		.4564		+0.050		02.781	
		115		28		133		22		27		113		7		13		137
180	.4403		+0.276		98.736		.4109		−0.047		01.414		.4557		+0.037		02.918	
		114		19		126		23		26		115		12		14		136
190	.4289		+0.295		98.862		.4132		−0.073		01.529		.4545		+0.023		03.054	
		110		9		120		24		23		117		16		15		135
200	.4179		+0.304		98.982		.4156		−0.096		01.646		.4529		+0.008		03.189	
		104		0		114		24		21		117		20		15		134
210	.4075		+0.304		99.096		.4180		−0.117		01.763		.4509		−0.007		03.323	
		94		9		109		23		17		119		22		14		133
220	.3981		+0.295		99.205		.4203		−0.134		01.882		.4487		−0.021		03.456	
		82		16		105		23		14		120		25		14		131
230	.3899		+0.279		99.310		.4226		−0.148		02.002		.4462		−0.035		03.587	
		68		24		101		21		9		121		26		12		130
240	.3831		+0.255		99.411		.4247		−0.157		02.123		.4436		−0.047		03.717	
		53		30		98		19		5		122		27		11		128
250	.3778		+0.225		99.509		.4266		−0.162		02.245		.4409		−0.058		03.845	
		37		35		96		15		1		124		26		9		126
260	.3741		+0.190		99.605		.4281		−0.161		02.369		.4383		−0.067		03.971	
		21		40		95		11		6		124		26		7		125
270	.3720		+0.150		99.700		.4292		−0.155		02.493		.4357		−0.074		04.096	
		6		43		94		8		11		125		24		4		124
280	.3714		+0.107		99.794		.4300		−0.144		02.618		.4333		−0.078		04.220	
		9		46		95		4		15		125		21		2		123
290	.3723		+0.061		99.889		.4304		−0.129		02.743		.4312		−0.080		04.343	
		24		49		95		1		19		125		18		0		121
300	.3747		+0.012		99.984		.4303		−0.110		02.868		.4294		−0.080		04.464	
		39		50		96		5		23		125		14		2		120
310	.3786		−0.038		00.080		.4298		−0.087		02.993		.4280		−0.078		04.584	
		53		49		99		9		25		125		11		5		120
320	.3839		−0.087		00.179		.4289		−0.062		03.118		.4269		−0.073		04.704	
		66		48		101		14		27		123		6		7		119
330	.3905		−0.135		00.280		.4275		−0.035		03.241		.4263		−0.066		04.823	
		77		46		105		18		28		123		2		9		119
340	.3982		−0.181		00.385		.4257		−0.007		03.364		.4261		−0.057		04.942	
		88		43		109		22		28		122		4		11		119
350	.4070		−0.224		00.494		.4235		+0.021		03.486		.4265		−0.046		05.061	
		96		38		113		24		27		121		7		12		120
360	.4166		−0.262		00.607		.4211		+0.048		03.607		.4272		−0.034		05.181	

(213) Lilaea: T 1898.148, e 0.1449, M 229° 21′, a 2.752, ω 158 35, μ 78°.83, ☊ 122 28, i 6 46.5, U 4ª.567

(214) Aschera: T 1897.272, e 0.0337, M 72° 6′, a 2.610, ω 128 6, μ 85°.38, ☊ 342 33, i 3 27.6, U 4ª.216

(215) Oenone: T 1891.851, e 0.0352, M 55° 44′, a 2.766, ω 314 5, μ 78°.27, ☊ 25 21, i 1 43, U 4ª.599

(216) Kleopatra

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t*)	Δ
0°	.3310	56	+0.292	77	96.646	80
10	.3254	33	+0.215	81	96.726	79
20	.3221	12	+0.134	83	96.805	77
30	.3209	8	+0.051	85	96.882	77
40	.3217	28	−0.034	84	96.959	78
50	.3245	50	−0.118	83	97.037	80
60	.3295	71	−0.201	80	97.117	81
70	.3366	91	−0.281	76	97.198	85
80	.3457	113	−0.357	70	97.283	89
90	.3570	135	−0.427	62	97.372	94
100	.3705	135	−0.489	52	97.466	101
110	.3858	171	−0.541	41	97.567	108
120	.4029	187	−0.582	28	97.675	118
130	.4216	197	−0.610	11	97.793	128
140	.4413	202	−0.621	8	97.921	141
150	.4615	199	−0.613	31	98.062	153
160	.4814	186	−0.582	55	98.215	169
170	.5000	166	−0.527	80	98.384	184
180	.5166	133	−0.447	103	98.568	196
190	.5299	90	−0.344	123	98.764	207
200	.5389	42	−0.221	136	98.971	214
210	.5431	11	−0.085	141	99.185	215
220	.5420	65	+0.056	136	99.400	211
230	.5355	112	+0.192	123	99.611	203
240	.5243	151	+0.315	103	99.814	189
250	.5092	180	+0.418	81	00.003	178
260	.4912	197	+0.499	56	00.181	162
270	.4715	206	+0.555	33	00.343	147
280	.4509	205	+0.588	11	00.490	134
290	.4304	196	+0.599	6	00.624	123
300	.4108	184	+0.593	23	00.747	111
310	.3924	166	+0.570	36	00.858	104
320	.3758	145	+0.534	48	00.962	96
330	.3613	123	+0.486	57	01.058	90
340	.3490	101	+0.429	65	01.148	86
350	.3389	79	+0.364	72	01.234	82
360	.3310		+0.292		01.316	

T 1886.485 e 0.2507
M 277° 10' a 2.794
ω 176 12 μ 77°08
Ω 216 0
i 13 2.4 U $4^{\mathrm{a}}670$

(217) Eudora

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3332	143	−0.108	69	00.255	84
10	.3475	165	−0.177	69	00.339	90
20	.3640	185	−0.246	68	00.429	97
30	.3825	203	−0.314	65	00.526	107
40	.4028	218	−0.379	60	00.633	117
50	.4246	229	−0.439	53	00.750	130
60	.4475	233	−0.492	42	00.880	145
70	.4708	231	−0.534	27	01.025	161
80	.4939	220	−0.561	10	01.186	179
90	.5159	197	−0.571	13	01.365	197
100	.5356	164	−0.558	36	01.562	214
110	.5520	121	−0.522	61	01.776	229
120	.5641	68	−0.461	84	02.005	238
130	.5709	10	−0.377	102	02.243	243
140	.5719	50	−0.275	113	02.486	242
150	.5669	109	−0.162	116	02.728	232
160	.5560	160	−0.046	111	02.960	218
170	.5400	200	+0.065	100	03.178	201
180	.5200	231	+0.165	84	03.379	182
190	.4969	248	+0.249	66	03.561	162
200	.4721	253	+0.315	49	03.723	145
210	.4468	249	+0.364	32	03.868	130
220	.4219	237	+0.396	18	03.998	115
230	.3982	218	+0.414	4	04.113	104
240	.3764	195	+0.418	7	04.217	94
250	.3569	169	+0.411	17	04.311	87
260	.3400	139	+0.394	25	04.398	81
270	.3261	110	+0.369	33	04.479	77
280	.3151	80	+0.336	39	04.556	73
290	.3071	49	+0.297	45	04.629	71
300	.3022	19	+0.252	50	04.700	70
310	.3003	11	+0.202	55	04.770	70
320	.3014	39	+0.147	59	04.840	70
330	.3053	67	+0.088	63	04.910	72
340	.3120	94	+0.025	66	04.982	75
350	.3214	118	−0.041	67	05.057	79
360	.3332		−0.108		05.136	

T 1900.941 e 0.3031
M 75° 4' a 2.877
ω 150 33 μ 73°76
Ω 164 1
i 10 15.6 U $4^{\mathrm{a}}881$

(218) Bianca

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4536	55	−0.120	134	98.298	146
10	.4591	35	−0.254	128	98.444	148
20	.4626	14	−0.382	115	98.592	150
30	.4640	3	−0.497	99	98.742	150
40	.4637	19	−0.596	79	98.892	149
50	.4618	30	−0.675	55	99.041	148
60	.4588	39	−0.730	30	99.189	145
70	.4549	46	−0.760	6	99.334	143
80	.4503	50	−0.766	18	99.477	140
90	.4453	52	−0.748	40	99.617	136
100	.4401	54	−0.708	61	99.753	133
110	.4347	57	−0.647	80	99.886	129
120	.4290	60	−0.567	95	00.015	126
130	.4230	63	−0.472	106	00.141	123
140	.4167	67	−0.366	115	00.264	119
150	.4100	70	−0.251	119	00.383	115
160	.4030	72	−0.132	120	00.498	112
170	.3958	73	−0.012	116	00.610	108
180	.3885	70	+0.104	109	00.718	104
190	.3815	66	+0.213	99	00.822	101
200	.3749	58	+0.312	87	00.923	99
210	.3691	46	+0.399	75	01.022	96
220	.3645	30	+0.474	61	01.118	94
230	.3615	13	+0.535	46	01.212	93
240	.3602	7	+0.581	31	01.305	94
250	.3609	27	+0.612	15	01.399	94
260	.3636	47	+0.627	1	01.493	95
270	.3683	67	+0.626	17	01.588	98
280	.3750	85	+0.609	34	01.686	102
290	.3835	98	+0.575	52	01.788	106
300	.3933	108	+0.523	71	01.894	111
310	.4041	112	+0.452	88	02.005	117
320	.4153	111	+0.364	104	02.122	123
330	.4264	104	+0.260	118	02.245	130
340	.4368	92	+0.142	128	02.375	136
350	.4460	76	+0.014	134	02.511	140
360	.4536		−0.120		02.651	

T 1893.658 e 0.1150
M 96° 5' a 2.666
ω 58 49 μ 82°68
Ω 171 2
i 15 12 U $4^{\mathrm{a}}353$

*) Nach Beobachtungen aus 1910 erfordert t jetzt die Korrektion $+0^{\mathrm{a}}028$.

l	(219) Thusnelda log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*	(221) Eos log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*	(222) Lucia log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*
0°	.2652	+0.125	98.701	.4373	−0.320	95.626	.5007	−0.119	95.910
	64	57	65	25	69	123	111	3	164
10	.2716	+0.068	98.766	.4398	−0.389	95.749	.5118	−0.116	96.074
	84	62	67	35	59	125	106	6	173
20	.2800	+0.006	98.833	.4433	−0.448	95.874	.5224	−0.110	96.247
	101	65	70	45	48	128	96	10	180
30	.2901	−0.059	98.903	.4478	−0.496	96.002	.5320	−0.100	96.427
	117	66	75	56	35	130	83	14	188
40	.3018	−0.125	98.978	.4534	−0.531	96.132	.5403	−0.086	96.615
	130	66	78	65	21	134	67	18	194
50	.3148	−0.191	99.056	.4599	−0.552	96.266	.5470	−0.068	96.809
	143	65	83	73	5	138	47	21	200
60	.3291	−0.256	99.139	.4672	−0.557	96.404	.5517	−0.047	97.009
	151	62	89	79	11	143	25	23	203
70	.3442	−0.318	99.228	.4751	−0.546	96.547	.5542	−0.024	97.212
	158	56	96	81	28	148	3	23	204
80	.3600	−0.374	99.324	.4832	−0.518	96.695	.5545	−0.001	97.416
	161	49	103	81	46	155	20	24	203
90	.3761	−0.423	99.427	.4913	−0.472	96.850	.5525	+0.023	97.619
	160	38	111	78	62	160	42	22	201
100	.3921	−0.461	99.538	.4991	−0.410	97.010	.5483	+0.045	97.820
	155	26	119	71	78	166	61	20	195
110	.4076	−0.487	99.657	.5062	−0.332	97.176	.5422	+0.065	98.015
	143	10	128	59	92	170	79	18	190
120	.4219	−0.497	99.785	.5121	−0.240	97.346	.5343	+0.083	98.205
	127	7	136	44	102	175	94	14	182
130	.4346	−0.490	99.921	.5165	−0.138	97.521	.5249	+0.097	98.387
	103	26	143	26	109	178	104	10	175
140	.4449	−0.464	00.064	.5191	−0.029	97.699	.5145	+0.107	98.562
	73	45	150	7	110	179	110	6	166
150	.4522	−0.419	00.214	.5198	+0.081	97.878	.5035	+0.113	98.728
	38	62	153	13	108	179	113	3	157
160	.4560	−0.357	00.367	.5185	+0.189	98.057	.4922	+0.116	98.885
	1	77	154	31	100	176	111	1	150
170	.4559	−0.280	00.521	.5154	+0.289	98.233	.4811	+0.115	99.035
	41	87	154	46	88	174	107	4	142
180	.4518	−0.193	00.675	.5108	+0.377	98.407	.4704	+0.111	99.177
	80	93	149	60	74	169	101	7	135
190	.4438	−0.100	00.824	.5048	+0.451	98.576	.4603	+0.104	99.312
	115	92	142	69	57	165	91	10	130
200	.4323	−0.008	00.966	.4979	+0.508	98.741	.4512	+0.094	99.442
	144	87	134	74	40	160	79	13	125
210	.4179	+0.079	01.100	.4905	+0.548	98.901	.4433	+0.081	99.567
	166	78	125	76	21	154	65	14	120
220	.4013	+0.157	01.225	.4829	+0.569	99.055	.4368	+0.067	99.687
	181	67	115	75	4	149	51	15	117
230	.3832	+0.234	01.340	.4754	+0.573	99.204	.4317	+0.052	99.804
	187	54	106	72	14	143	35	16	115
240	.3645	+0.278	01.446	.4682	+0.559	99.347	.4282	+0.036	99.919
	186	41	97	66	29	139	19	17	113
250	.3459	+0.319	01.543	.4616	+0.530	99.486	.4263	+0.019	00.032
	178	29	89	59	44	135	2	18	114
260	.3281	+0.348	01.632	.4557	+0.486	99.621	.4261	+0.001	00.146
	164	17	83	52	57	132	15	18	114
270	.3117	+0.365	01.715	.4505	+0.429	99.753	.4276	−0.017	00.260
	146	6	77	44	67	129	31	17	114
280	.2971	+0.371	01.792	.4461	+0.362	99.882	.4307	−0.034	00.374
	125	4	72	37	76	126	48	17	116
290	.2846	+0.367	01.864	.4424	+0.286	00.008	.4355	−0.051	00.490
	102	13	69	29	83	125	62	16	120
300	.2744	+0.354	01.933	.4395	+0.203	00.133	.4417	−0.067	00.610
	77	21	65	22	88	123	76	14	124
310	.2667	+0.333	01.998	.4373	+0.115	00.256	.4493	−0.081	00.734
	52	29	64	15	91	122	87	13	128
320	.2615	+0.304	02.062	.4358	+0.024	00.378	.4580	−0.094	00.862
	26	36	63	8	91	122	98	11	134
330	.2589	+0.268	02.125	.4350	−0.067	00.500	.4678	−0.105	00.996
	2	42	62	1	89	121	106	8	141
340	.2587	+0.226	02.187	.4349	−0.156	00.621	.4784	−0.113	01.137
	21	47	62	8	85	122	111	5	147
350	.2608	+0.179	02.249	.4357	−0.241	00.743	.4895	−0.118	01.284
	44	54	64	16	79	122	112	1	155
360	.2652	+0.125	02.313	.4373	−0.320	00.865	.5007	−0.119	01.439

(219) Thusnelda		(221) Eos		(222) Lucia	
T 1889.058	*e* 0.2234	*T* 1898.203	*e* 0.0973	*T* 1898.039	*e* 0.1471
M 130° 33′	*a* 2.354	*M* 201° 46′	*a* 3.016	*M* 225° 35′	*a* 3.127
ω 140 4	*μ* 99″.66	*ω* 188 0	*μ* 68″.72	*ω* 175 51	*μ* 65″.11
Ω 200 56		Ω 142 37		Ω 80 22	
i 10 47.3	*U* 3a.612	*i* 10 51	*U* 5a.239	*i* 2 10.8	*U* 5a.529

l	(223) Rosa			(224) Oceana			(225) Henrietta		
	log $r\cos b$	$r\sin b$	t	log $r\cos b$	$r\sin b$	t	log $r\cos b$	$r\sin b$	t
0°	.4994	−0.082	96.384	.4216	+0.031	97.021	.4422	+0.370	96.688
	92	15	156	30	47	121	200	166	134
10	.4902	−0.067	96.540	.4246	+0.078	97.142	.4622	+0.204	96.822
	92	17	149	29	45	122	206	189	148
20	.4810	−0.050	96.689	.4275	+0.123	97.264	.4828	+0.015	96.970
	89	17	142	27	42	124	203	209	161
30	.4721	−0.033	96.831	.4302	+0.165	97.388	.5031	−0.194	97.131
	83	18	137	23	37	125	191	221	177
40	.4638	−0.015	96.968	.4325	+0.202	97.513	.5222	−0.415	97.308
	77	17	133	19	31	126	176	225	194
50	.4561	+0.002	97.101	.4344	+0.233	97.639	.5398	−0.640	97.502
	68	17	128	16	24	128	158	220	208
60	.4493	+0.019	97.229	.4360	+0.257	97.767	.5556	−0.860	97.710
	57	16	124	11	16	129	136	202	223
70	.4436	+0.035	97.353	.4371	+0.273	97.896	.5692	−1.062	97.933
	45	14	122	8	8	129	115	175	237
80	.4391	+0.049	97.475	.4379	+0.281	98.025	.5807	−1.237	98.170
	31	13	120	4	1	129	93	138	248
90	.4360	+0.062	97.595	.4383	+0.280	98.154	.5900	−1.375	98.418
	17	11	118	1	9	129	70	93	257
100	.4343	+0.073	97.713	.4382	+0.271	98.283	.5970	−1.468	98.675
	4	9	117	6	19	129	47	42	264
110	.4339	+0.082	97.830	.4376	+0.252	98.412	.6017	−1.510	98.939
	11	7	117	10	26	129	23	11	269
120	.4350	+0.089	97.947	.4366	+0.226	98.541	.6040	−1.499	99.208
	25	5	119	15	33	128	3	66	270
130	.4375	+0.094	98.066	.4351	+0.193	98.669	.6037	−1.433	99.478
	39	2	121	20	39	127	31	119	268
140	.4414	+0.096	98.187	.4331	+0.154	98.796	.6006	−1.314	99.746
	51	1	123	23	44	125	62	164	262
150	.4465	+0.095	98.310	.4308	+0.110	98.921	.5944	−1.150	00.008
	63	3	126	27	46	124	94	201	253
160	.4528	+0.092	98.436	.4281	+0.064	99.045	.5850	−0.949	00.261
	73	6	131	30	48	123	128	228	241
170	.4601	+0.086	98.567	.4251	+0.016	99.168	.5722	−0.721	00.502
	82	9	135	33	47	121	160	239	224
180	.4683	+0.077	98.702	.4218	−0.031	99.289	.5562	−0.482	00.726
	88	12	140	34	45	119	188	239	207
190	.4771	+0.065	98.842	.4184	−0.076	99.408	.5374	−0.243	00.933
	92	14	146	33	43	117	210	227	190
200	.4863	+0.051	98.988	.4151	−0.119	99.525	.5164	−0.016	01.123
	93	16	153	32	38	115	224	206	172
210	.4956	+0.035	99.141	.4119	−0.157	99.640	.4940	+0.190	01.295
	91	18	159	29	34	114	228	179	154
220	.5047	+0.017	99.300	.4090	−0.191	99.754	.4712	+0.369	01.449
	85	20	166	26	27	112	222	151	138
230	.5132	−0.003	99.466	.4064	−0.218	99.866	.4490	+0.520	01.587
	78	20	173	22	21	111	208	122	126
240	.5210	−0.023	99.639	.4042	−0.239	99.977	.4282	+0.642	01.713
	67	20	179	16	14	110	185	94	115
250	.5277	−0.043	99.818	.4026	−0.253	00.087	.4097	+0.736	01.828
	54	18	183	10	6	110	155	69	106
260	.5331	−0.061	00.001	.4016	−0.259	00.197	.3942	+0.805	01.934
	39	17	186	2	1	110	121	47	100
270	.5370	−0.078	00.187	.4014	−0.258	00.307	.3821	+0.852	02.034
	22	15	190	4	9	109	83	26	95
280	.5392	−0.093	00.377	.4018	−0.249	00.416	.3738	+0.878	02.129
	3	11	191	11	16	109	43	7	93
290	.5395	−0.104	00.568	.4029	−0.233	00.525	.3695	+0.885	02.222
	15	9	190	17	23	110	2	12	91
300	.5380	−0.113	00.758	.4046	−0.210	00.635	.3693	+0.873	02.313
	31	4	189	21	29	111	38	31	91
310	.5349	−0.117	00.947	.4067	−0.181	00.746	.3731	+0.842	02.404
	48	0	185	25	35	112	76	50	95
320	.5301	−0.117	01.132	.4092	−0.146	00.858	.3807	+0.792	02.499
	63	4	180	29	40	114	112	71	100
330	.5238	−0.113	01.312	.4121	−0.106	00.972	.3919	+0.721	02.599
	74	8	175	31	43	116	143	93	105
340	.5164	−0.105	01.487	.4152	−0.063	01.088	.4062	+0.628	02.704
	82	10	169	32	46	117	170	117	112
350	.5082	−0.095	01.656	.4184	−0.017	01.205	.4232	+0.511	02.816
	88	13	162	32	48	118	190	141	123
360	.4994	−0.082	01.818	.4216	+0.031	01.323	.4422	+0.370	02.939

(223) Rosa		(224) Oceana		(225) Henrietta	
T 1891.960	e 0.1210	T 1890.099	e 0.0424	T 1903.843	e 0.2639
M 333° 23′	a 3.091	M 225° 25′	a 2.646	M 88° 41′	a 3.393
ω 58 27	μ 66″.25	ω 276 55	μ 83″.67	ω 97 38	μ 57″.59
Ω 48 41		Ω 353 32		Ω 200 44	
i 1 58.7	U 5ª.434	i 5 52.4	U 4ª.302	i 20 42	U 6ª.251

(226) Weringia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3855	117	−0.483	93	00.864	108
10	.3972	127	−0.576	81	00.972	115
20	.4099	134	−0.657	67	01.087	122
30	.4233	139	−0.724	48	01.209	130
40	.4372	142	−0.772	27	01.339	138
50	.4514	141	−0.799	3	01.477	148
60	.4655	134	−0.802	25	01.625	157
70	.4789	120	−0.777	54	01.782	167
80	.4909	98	−0.723	83	01.949	176
90	.5007	69	−0.640	110	02.125	183
100	.5076	31	−0.530	134	02.308	187
110	.5107	9	−0.396	151	02.495	187
120	.5098	53	−0.245	158	02.682	185
130	.5045	95	−0.087	156	02.867	179
140	.4950	131	+0.069	146	03.046	170
150	.4819	158	+0.215	129	03.216	159
160	.4661	177	+0.344	107	03.375	147
170	.4484	185	+0.451	84	03.522	135
180	.4299	185	+0.535	61	03.657	124
190	.4114	175	+0.596	38	03.781	115
200	.3939	161	+0.634	18	03.896	106
210	.3778	141	+0.652	0	04.002	98
220	.3637	118	+0.652	17	04.100	93
230	.3519	93	+0.635	31	04.193	88
240	.3426	68	+0.604	45	04.281	86
250	.3358	43	+0.559	58	04.367	83
260	.3315	19	+0.501	69	04.450	82
270	.3296	3	+0.432	80	04.532	81
280	.3299	22	+0.352	90	04.613	82
290	.3321	39	+0.262	98	04.695	84
300	.3360	54	+0.164	104	04.779	85
310	.3414	68	+0.060	109	04.864	87
320	.3482	79	−0.049	112	04.951	91
330	.3561	89	−0.161	111	05.042	94
340	.3650	98	−0.272	108	05.136	98
350	.3748	107	−0.380	103	05.234	103
360	.3855		−0.483		05.337	

T 1891.632 *e* 0.2031
M 30° 52′ *a* 2.715
ω 150 9 *μ* 80°.48
Ω 135 31
i 15 49.6 *U* 4ª.473

(227) Philosophia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5456	112	+0.277	92	99.914	206
10	.5568	88	+0.369	83	00.120	215
20	.5656	58	+0.452	68	00.335	223
30	.5714	27	+0.520	50	00.558	229
40	.5741	4	+0.570	29	00.787	227
50	.5737	34	+0.599	6	01.014	226
60	.5703	63	+0.605	16	01.240	221
70	.5640	90	+0.589	36	01.461	214
80	.5550	111	+0.553	53	01.675	204
90	.5439	128	+0.500	70	01.879	193
100	.5311	142	+0.430	79	02.072	182
110	.5169	150	+0.351	85	02.254	169
120	.5019	155	+0.266	87	02.423	158
130	.4864	155	+0.179	87	02.581	147
140	.4709	150	+0.092	84	02.728	138
150	.4559	143	+0.008	78	02.866	128
160	.4416	131	−0.070	72	02.994	120
170	.4285	115	−0.142	64	03.114	113
180	.4170	98	−0.206	56	03.227	109
190	.4072	77	−0.262	46	03.336	104
200	.3995	55	−0.308	38	03.440	101
210	.3940	31	−0.346	28	03.541	99
220	.3909	6	−0.374	19	03.640	98
230	.3903	20	−0.393	9	03.738	99
240	.3923	45	−0.402	1	03.837	99
250	.3968	69	−0.401	11	03.936	102
260	.4037	93	−0.390	21	04.038	107
270	.4130	114	−0.369	33	04.145	112
280	.4244	132	−0.336	43	04.257	118
290	.4376	147	−0.293	55	04.375	126
300	.4523	158	−0.238	66	04.501	135
310	.4681	165	−0.172	77	04.636	145
320	.4846	165	−0.095	86	04.781	157
330	.5011	161	−0.009	93	04.938	170
340	.5172	150	+0.084	96	05.108	182
350	.5322	134	+0.180	97	05.290	194
360	.5456		+0.277		05.484	

T 1896.944 *e* 0.2087
M 283° 52′ *a* 3.142
ω 254 30 *μ* 64°.63
Ω 331 1
i 9 15 *U* 5ª.570

(228) Agathe

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.2346	88	+0.055	10	99.142	58
10	.2434	110	+0.065	8	99.200	61
20	.2544	132	+0.073	7	99.261	64
30	.2676	151	+0.080	5	99.325	69
40	.2827	166	+0.085	3	99.394	73
50	.2993	178	+0.088	1	99.467	80
60	.3171	185	+0.089	2	99.547	87
70	.3356	188	+0.087	6	99.634	95
80	.3544	184	+0.081	8	99.729	103
90	.3728	174	+0.073	12	99.832	112
100	.3902	155	+0.061	16	99.944	121
110	.4057	130	+0.045	18	00.065	129
120	.4187	97	+0.027	20	00.194	135
130	.4284	60	+0.007	21	00.329	141
140	.4344	19	−0.014	20	00.470	144
150	.4363	23	−0.034	20	00.614	143
160	.4340	63	−0.054	17	00.757	141
170	.4277	100	−0.071	14	00.898	135
180	.4177	132	−0.085	9	01.033	129
190	.4045	157	−0.094	6	01.162	120
200	.3888	174	−0.100	2	01.282	111
210	.3714	184	−0.102	2	01.393	103
220	.3530	187	−0.100	4	01.496	94
230	.3343	185	−0.096	7	01.590	86
240	.3158	178	−0.089	8	01.676	80
250	.2980	164	−0.081	12	01.756	73
260	.2816	148	−0.069	12	01.829	68
270	.2668	129	−0.057	13	01.897	64
280	.2539	109	−0.044	13	01.961	61
290	.2430	86	−0.031	13	02.022	58
300	.2344	62	−0.018	13	02.080	56
310	.2282	38	−0.005	13	02.136	54
320	.2244	13	+0.008	13	02.190	54
330	.2231	13	+0.021	12	02.244	54
340	.2244	39	+0.033	12	02.298	55
350	.2283	63	+0.045	10	02.353	56
360	.2346		+0.055		02.409	

T 1892.893 *e* 0.2406
M 49° 45′ *a* 2.202
ω 16 4 *μ* 110°.20
Ω 313 35
i 2 33.3 *U* 3ª.267

l	(230) Athamantis log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	(231) Vindobona log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	(232) Russia log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3461	0	+0.318	37	97.548	90	.4715	116	+0.036	47	97.772	149	.4694	39	−0.145	48	97.529	155
10	.3461	8	+0.281	45	97.638	90	.4831	110	+0.083	47	97.921	157	.4733	12	−0.193	41	97.684	158
20	.3469	15	+0.236	52	97.728	91	.4941	98	+0.130	44	98.078	165	.4745	16	−0.234	33	97.842	157
30	.3484	22	+0.184	58	97.819	91	.5039	84	+0.174	42	98.243	171	.4729	41	−0.267	22	97.999	156
40	.3506	26	+0.126	63	97.910	92	.5123	66	+0.216	35	98.414	178	.4688	65	−0.289	12	98.155	151
50	.3532	30	+0.063	65	98.002	93	.5189	47	+0.251	27	98.592	182	.4623	84	−0.301	1	98.306	146
60	.3562	32	−0.002	66	98.095	95	.5236	25	+0.278	17	98.774	185	.4539	102	−0.302	9	98.452	141
70	.3594	33	−0.068	64	98.190	97	.5261	1	+0.295	7	98.959	187	.4437	115	−0.293	19	98.593	133
80	.3627	35	−0.132	62	98.287	98	.5262	22	+0.302	4	99.146	186	.4322	122	−0.274	26	98.726	126
90	.3662	36	−0.194	57	98.385	99	.5240	43	+0.298	15	99.332	183	.4200	126	−0.248	33	98.852	120
100	.3698	37	−0.251	50	98.484	101	.5197	64	+0.283	24	99.515	178	.4074	127	−0.215	37	98.972	112
110	.3735	37	−0.301	42	98.585	103	.5133	81	+0.259	31	99.693	173	.3947	124	−0.178	40	99.084	106
120	.3772	38	−0.343	32	98.688	105	.5052	96	+0.228	38	99.866	165	.3823	118	−0.138	43	99.190	101
130	.3810	37	−0.375	22	98.793	107	.4956	106	+0.190	43	00.031	158	.3705	109	−0.095	43	99.291	95
140	.3847	35	−0.397	9	98.900	108	.4850	114	+0.147	46	00.189	150	.3596	97	−0.052	42	99.386	91
150	.3882	34	−0.406	4	99.008	110	.4736	118	+0.101	46	00.339	143	.3499	84	−0.010	41	99.477	87
160	.3916	32	−0.402	16	99.118	112	.4618	117	+0.055	45	00.482	135	.3415	69	+0.031	38	99.564	83
170	.3948	27	−0.386	28	99.230	113	.4501	114	+0.010	43	00.617	128	.3346	53	+0.069	36	99.647	81
180	.3975	20	−0.358	40	99.343	115	.4387	108	−0.033	40	00.745	121	.3293	34	+0.105	32	99.728	80
190	.3995	12	−0.318	51	99.458	115	.4279	99	−0.073	37	00.866	116	.3259	15	+0.137	29	99.808	80
200	.4007	3	−0.267	60	99.573	116	.4180	86	−0.110	31	00.982	111	.3244	3	+0.166	24	99.888	79
210	.4010	8	−0.207	66	99.689	115	.4094	72	−0.141	27	01.093	107	.3247	23	+0.190	19	99.967	80
220	.4002	18	−0.141	71	99.804	115	.4022	56	−0.168	22	01.200	104	.3270	43	+0.209	14	00.047	81
230	.3984	29	−0.070	72	99.919	114	.3966	38	−0.190	16	01.304	102	.3313	63	+0.223	8	00.128	82
240	.3955	38	+0.002	71	00.033	112	.3928	21	−0.206	10	01.406	100	.3376	80	+0.231	3	00.210	86
250	.3917	47	+0.073	67	00.145	110	.3907	2	−0.216	5	01.506	100	.3456	96	+0.234	4	00.296	89
260	.3870	53	+0.140	61	00.255	107	.3905	16	−0.221	1	01.606	100	.3552	112	+0.230	11	00.385	93
270	.3817	57	+0.201	54	00.362	105	.3921	35	−0.220	7	01.706	101	.3664	123	+0.219	17	00.478	99
280	.3760	57	+0.255	44	00.467	102	.3956	52	−0.213	13	01.807	103	.3787	131	+0.202	25	00.577	104
290	.3703	55	+0.299	35	00.569	99	.4008	69	−0.200	18	01.910	106	.3918	134	+0.177	32	00.681	111
300	.3648	51	+0.334	24	00.668	97	.4077	84	−0.182	24	02.016	110	.4052	134	+0.145	39	00.792	119
310	.3597	45	+0.358	13	00.765	94	.4161	96	−0.158	30	02.126	115	.4186	130	+0.106	44	00.911	125
320	.3552	36	+0.371	2	00.859	93	.4257	107	−0.128	35	02.241	120	.4316	121	+0.062	49	01.036	134
330	.3516	28	+0.373	8	00.952	92	.4364	114	−0.093	39	02.361	127	.4437	106	+0.013	53	01.170	140
340	.3488	18	+0.365	19	01.044	91	.4478	118	−0.054	44	02.488	133	.4543	87	−0.040	53	01.310	147
350	.3470	9	+0.346	28	01.135	90	.4596	119	−0.010	46	02.621	141	.4630	64	−0.093	52	01.457	152
360	.3461		+0.318		01.225		.4715		+0.036		02.762		.4694		−0.145		01.609	

(230) Athamantis: T 1897.820, e 0.0619, M 11° 22′, a 2.382, ω 137 13, μ 97″.90, Ω 239 44, i 9 25.2, U 3ª.677

(231) Vindobona: T 1898.860, e 0.1554, M 164° 54′, a 2.920, ω 263 39, μ 72″.15, Ω 352 16, i 5 8.2, U 4ª.990

(232) Russia: T 1901.708, e 0.1712, M 159° 56′, a 2.554, ω 48 35, μ 88″.22, Ω 152 25, i 6 4.4, U 4ª.080

l	(233) Asterope log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*	(234) Barbara log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*	(235) Carolina log *r* cos *b*	*r* sin *b*	*t*
0°	.3778	+0.217	97.879	.2599	−0.292	98.620	.4514	−0.414	97.781
	31	43	99	53	70	65	54	33	134
10	.3809	+0.174	97.978	.2652	−0.362	98.685	.4568	−0.381	97.915
	41	49	101	76	63	66	56	45	138
20	.3850	+0.125	98.079	.2728	−0.425	98.751	.4624	−0.336	98.053
	49	53	103	100	55	69	54	57	142
30	.3899	+0.072	98.182	.2828	−0.480	98.820	.4678	−0.279	98.195
	57	57	105	125	45	73	50	67	145
40	.3956	+0.015	98.287	.2953	−0.525	98.893	.4728	−0.212	98.340
	63	59	108	149	34	77	43	76	148
50	.4019	−0.044	98.395	.3102	−0.559	98.970	.4771	−0.136	98.488
	68	59	112	170	21	83	35	81	150
60	.4087	−0.103	98.507	.3272	−0.580	99.053	.4806	−0.055	98.638
	70	58	116	188	6	91	25	84	153
70	.4157	−0.161	98.623	.3460	−0.586	99.144	.4831	+0.029	98.791
	71	55	119	201	11	99	13	84	154
80	.4228	−0.216	98.742	.3661	−0.575	99.243	.4844	+0.113	98.945
	70	50	123	210	31	109	1	81	155
90	.4298	−0.266	98.865	.3871	−0.544	99.352	.4845	+0.194	99.100
	68	44	127	209	53	120	9	74	155
100	.4366	−0.310	98.992	.4080	−0.491	99.472	.4836	+0.268	99.255
	64	35	131	196	77	132	19	65	153
110	.4430	−0.345	99.123	.4276	−0.414	99.604	.4817	+0.333	99.408
	59	24	135	173	100	143	27	53	152
120	.4489	−0.369	99.258	.4449	−0.314	99.747	.4790	+0.386	99.560
	51	13	138	138	119	154	34	40	150
130	.4540	−0.382	99.396	.4587	−0.195	99.901	.4756	+0.426	99.710
	43	1	141	92	134	163	38	27	147
140	.4583	−0.383	99.537	.4679	−0.061	00.064	.4718	+0.453	99.857
	32	12	144	41	142	168	40	12	144
150	.4615	−0.371	99.681	.4720	+0.081	00.232	.4678	+0.465	00.001
	20	24	145	14	139	169	42	2	142
160	.4635	−0.347	99.826	.4706	+0.220	00.401	.4636	+0.463	00.143
	7	36	147	68	127	166	42	16	139
170	.4642	−0.311	99.973	.4638	+0.347	00.567	.4594	+0.447	00.282
	7	47	146	113	107	158	40	29	136
180	.4635	−0.264	00.119	.4525	+0.454	00.725	.4554	+0.418	00.418
	22	55	145	150	84	150	38	41	134
190	.4613	−0.209	00.264	.4375	+0.538	00.875	.4516	+0.377	00.552
	37	61	144	176	59	138	36	52	131
200	.4576	−0.148	00.408	.4199	+0.597	01.013	.4480	+0.325	00.683
	50	65	141	190	33	128	33	61	130
210	.4526	−0.083	00.549	.4009	+0.630	01.141	.4447	+0.264	00.813
	61	67	137	194	10	116	31	67	128
220	.4465	−0.016	00.686	.3815	+0.640	01.257	.4416	+0.197	00.941
	71	64	133	191	10	107	28	72	126
230	.4394	+0.048	00.819	.3624	+0.630	01.364	.4388	+0.125	01.067
	79	61	128	183	27	98	24	75	125
240	.4315	+0.109	00.947	.3441	+0.603	01.462	.4364	+0.050	01.192
	83	55	124	170	42	90	21	76	123
250	.4232	+0.164	01.071	.3271	+0.561	01.552	.4343	−0.026	01.315
	83	48	119	152	54	83	17	74	122
260	.4149	+0.212	01.190	.3119	+0.507	01.635	.4326	−0.100	01.437
	81	40	114	134	64	79	13	71	121
270	.4068	+0.252	01.304	.2985	+0.443	01.714	.4313	−0.171	01.558
	76	32	111	116	72	74	7	66	121
280	.3992	+0.284	01.415	.2869	+0.371	01.788	.4306	−0.237	01.679
	68	22	107	97	78	70	1	59	121
290	.3924	+0.306	01.522	.2772	+0.293	01.858	.4305	−0.296	01.800
	59	13	103	78	83	68	7	50	121
300	.3865	+0.319	01.625	.2694	+0.210	01.926	.4312	−0.346	01.921
	47	4	101	61	86	66	15	40	121
310	.3818	+0.323	01.726	.2633	+0.124	01.992	.4327	−0.386	02.042
	34	5	100	43	87	63	22	30	122
320	.3784	+0.318	01.826	.2590	+0.037	02.055	.4349	−0.416	02.164
	22	13	98	26	86	63	31	19	124
330	.3762	+0.305	01.924	.2564	−0.049	02.118	.4380	−0.435	02.288
	8	22	98	8	85	63	38	6	126
340	.3754	+0.283	02.022	.2556	−0.134	02.181	.4418	−0.441	02.414
	6	29	97	11	81	62	45	7	128
350	.3760	+0.254	02.119	.2567	−0.215	02.243	.4463	−0.434	02.542
	18	37	98	32	77	63	51	20	131
360	.3778	+0.217	02.217	.2599	−0.292	02.306	.4514	−0.414	02.673

(233) Asterope		(234) Barbara		(235) Carolina	
T 1897.655	*e* 0.1015	*T* 1898.805	*e* 0.2439	*T* 1897.710	*e* 0.0614
M 353° 19′	*a* 2.660	*M* 33° 57′	*a* 2.386	*M* 73° 32′	*a* 2.882
ω 122 36	*μ* 82°.98	*ω* 190 7	*μ* 97°.67	*ω* 207 24	*μ* 73°.58
Ω 222 31		*Ω* 144 17		*Ω* 66 34	
i 7 39.1	*U* 4a.338	*i* 15 21	*U* 3a.686	*i* 9 4	*U* 4a.892

(237) Coelestina

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4273	56	−0.458	9	99.427	123
10	.4329	59	−0.449	22	99.550	126
20	.4388	61	−0.427	36	99.676	130
30	.4449	61	−0.391	50	99.806	134
40	.4510	57	−0.341	62	99.940	138
50	.4567	51	−0.279	72	00.078	141
60	.4618	41	−0.207	80	00.219	144
70	.4659	29	−0.127	86	00.363	146
80	.4688	16	−0.041	89	00.509	148
90	.4704	1	+0.048	87	00.657	148
100	.4705	— 12	+0.135	82	00.805	148
110	.4693	23	+0.217	75	00.953	147
120	.4670	34	+0.292	64	01.100	145
130	.4636	43	+0.356	52	01.245	142
140	.4593	48	+0.408	38	01.387	140
150	.4545	52	+0.446	23	01.527	136
160	.4493	52	+0.469	8	01.663	133
170	.4441	51	+0.477	— 6	01.796	130
180	.4390	48	+0.471	20	01.926	127
190	.4342	45	+0.451	33	02.053	124
200	.4297	41	+0.418	45	02.177	122
210	.4256	36	+0.373	54	02.299	119
220	.4220	32	+0.319	63	02.418	118
230	.4188	28	+0.256	69	02.536	116
240	.4160	23	+0.187	74	02.652	115
250	.4137	19	+0.113	77	02.767	114
260	.4118	15	+0.036	77	02.881	113
270	.4103	9	−0.041	76	02.994	112
280	.4094	3	−0.117	73	03.106	112
290	.4091	— 3	−0.190	66	03.218	112
300	.4094	10	−0.256	59	03.330	112
310	.4104	18	−0.315	51	03.442	113
320	.4122	25	−0.366	41	03.555	114
330	.4147	34	−0.407	29	03.669	116
340	.4181	42	−0.436	17	03.785	118
350	.4223	50	−0.453	5	03.903	120
360	.4273		−0.458		04.023	

T 1897.217 e 0.0702
M 258° 3′ a 2.765
ω 196 24 μ 78″.31
Ω 84 36
i 9 45.8 U 4ª.596

(238) Hypatia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4276	29	+0.046	102	99.822	120
10	.4247	24	−0.056	99	99.942	118
20	.4223	19	−0.155	94	00.060	116
30	.4204	12	−0.249	86	00.176	116
40	.4192	2	−0.335	76	00.292	115
50	.4190	— 8	−0.411	65	00.407	116
60	.4198	21	−0.476	52	00.523	116
70	.4219	33	−0.528	38	00.639	118
80	.4252	46	−0.566	23	00.757	120
90	.4298	57	−0.589	7	00.877	123
100	.4355	68	−0.596	— 10	01.000	126
110	.4423	77	−0.586	28	01.126	131
120	.4500	83	−0.558	45	01.257	136
130	.4583	85	−0.513	63	01.393	141
140	.4668	83	−0.450	79	01.534	147
150	.4751	77	−0.371	95	01.681	152
160	.4828	66	−0.276	107	01.833	157
170	.4894	51	−0.169	116	01.990	161
180	.4945	33	−0.053	120	02.151	165
190	.4978	14	+0.067	119	02.316	167
200	.4992	— 4	+0.186	113	02.483	167
210	.4988	21	+0.299	102	02.650	165
220	.4967	36	+0.401	87	02.815	164
230	.4931	47	+0.488	69	02.979	161
240	.4884	55	+0.557	51	03.140	157
250	.4829	61	+0.608	30	03.297	152
260	.4768	62	+0.638	9	03.449	148
270	.4706	62	+0.647	— 10	03.597	144
280	.4644	60	+0.637	29	03.741	140
290	.4584	56	+0.608	46	03.881	137
300	.4528	52	+0.562	61	04.018	134
310	.4476	47	+0.501	75	04.152	130
320	.4429	43	+0.426	85	04.282	128
330	.4386	40	+0.341	94	04.410	125
340	.4346	37	+0.247	99	04.535	122
350	.4309	33	+0.148	102	04.657	121
360	.4276		+0.046		04.778	

T 1900.941 e 0.0902
M 54° 45′ a 2.907
ω 207 3 μ 72″.63
Ω 184 27
i 12 23 U 4ª.956

(239) Adrastea

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3672	57	+0.007	44	00.325	89
10	.3615	33	−0.037	42	00.414	88
20	.3582	9	−0.079	38	00.502	86
30	.3573	— 15	−0.117	36	00.588	88
40	.3588	40	−0.153	33	00.676	87
50	.3628	63	−0.186	29	00.763	89
60	.3691	87	−0.215	24	00.852	93
70	.3778	109	−0.239	19	00.945	98
80	.3887	130	−0.258	14	01.043	103
90	.4017	149	−0.272	6	01.146	110
100	.4166	165	−0.278	— 1	01.256	117
110	.4331	177	−0.277	10	01.373	128
120	.4508	183	−0.267	19	01.501	139
130	.4691	185	−0.248	28	01.640	151
140	.4876	179	−0.220	40	01.791	164
150	.5055	167	−0.180	48	01.955	178
160	.5222	147	−0.132	58	02.133	191
170	.5369	119	−0.074	64	02.324	203
180	.5488	86	−0.010	67	02.527	213
190	.5574	47	+0.057	68	02.740	220
200	.5621	6	+0.125	63	02.960	223
210	.5627	— 34	+0.188	55	03.183	221
220	.5593	72	+0.243	45	03.404	216
230	.5521	107	+0.288	32	03.620	207
240	.5414	135	+0.320	18	03.827	196
250	.5279	156	+0.338	6	04.023	183
260	.5123	169	+0.344	— 7	04.206	170
270	.4954	176	+0.337	17	04.376	157
280	.4778	178	+0.320	25	04.533	144
290	.4600	174	+0.295	33	04.677	133
300	.4426	165	+0.262	37	04.810	124
310	.4261	153	+0.225	41	04.934	114
320	.4108	138	+0.184	43	05.048	107
330	.3970	119	+0.141	45	05.155	102
340	.3851	100	+0.096	45	05.257	95
350	.3751	79	+0.051	44	05.352	92
360	.3672		+0.007		05.444	

T 1900.941 e 0.2324
M 26° 23′ a 2.970
ω 206 1 μ 70″.32
Ω 181 31
i 6 9 U 5ª.119

l	(240) Vanadis log $r \cos b$	$r \sin b$	t	(241) Germania log $r \cos b$	$r \sin b$	t	(242) Kriemhild log $r \cos b$	$r \sin b$	t
0°	.3561	−0.076	97.935	.4400	+0.266	00.697	.4783	+0.283	98.889
10	.3459	−0.079	98.023	.4422	+0.265	00.819	.4706	+0.184	99.039
20	.3375	−0.079	98.107	.4456	+0.256	00.943	.4619	+0.082	99.184
30	.3313	−0.078	98.188	.4502	+0.240	01.070	.4525	−0.018	99.322
40	.3272	−0.075	98.268	.4557	+0.217	01.199	.4426	−0.113	99.455
50	.3254	−0.070	98.345	.4620	+0.186	01.332	.4327	−0.201	99.581
60	.3259	−0.063	98.423	.4688	+0.150	01.468	.4232	−0.279	99.702
70	.3287	−0.055	98.501	.4761	+0.108	01.610	.4144	−0.345	99.818
80	.3337	−0.045	98.582	.4836	+0.061	01.756	.4067	−0.400	99.930
90	.3408	−0.034	98.664	.4910	+0.011	01.908	.4003	−0.442	00.038
100	.3498	−0.021	98.749	.4980	−0.042	02.064	.3954	−0.471	00.144
110	.3607	−0.007	98.838	.5045	−0.095	02.226	.3922	−0.487	00.247
120	.3733	+0.008	98.933	.5102	−0.147	02.392	.3910	−0.491	00.349
130	.3873	+0.023	99.033	.5149	−0.194	02.562	.3917	−0.481	00.452
140	.4023	+0.039	99.140	.5185	−0.236	02.735	.3943	−0.459	00.555
150	.4180	+0.055	99.255	.5209	−0.272	02.911	.3986	−0.424	00.659
160	.4339	+0.071	99.378	.5221	−0.298	03.088	.4044	−0.377	00.766
170	.4495	+0.085	99.512	.5219	−0.314	03.266	.4116	−0.318	00.877
180	.4643	+0.097	99.654	.5205	−0.320	03.443	.4198	−0.247	00.991
190	.4778	+0.107	99.806	.5179	−0.316	03.619	.4287	−0.166	01.110
200	.4893	+0.113	99.968	.5143	−0.300	03.792	.4380	−0.077	01.234
210	.4982	+0.115	00.137	.5096	−0.275	03.962	.4475	+0.019	01.364
220	.5043	+0.113	00.313	.5041	−0.242	04.128	.4568	+0.118	01.499
230	.5071	+0.107	00.492	.4979	−0.203	04.289	.4655	+0.217	01.640
240	.5065	+0.097	00.672	.4913	−0.158	04.445	.4734	+0.313	01.787
250	.5025	+0.082	00.849	.4843	−0.110	04.597	.4804	+0.402	01.939
260	.4953	+0.066	01.023	.4773	−0.060	04.744	.4864	+0.481	02.096
270	.4854	+0.047	01.189	.4704	−0.010	04.886	.4913	+0.545	02.256
280	.4730	+0.027	01.347	.4637	+0.039	05.024	.4950	+0.593	02.420
290	.4590	+0.009	01.496	.4575	+0.085	05.158	.4974	+0.621	02.586
300	.4437	−0.009	01.635	.4519	+0.128	05.288	.4986	+0.629	02.753
310	.4278	−0.026	01.764	.4472	+0.167	05.415	.4985	+0.616	02.921
320	.4118	−0.040	01.884	.4434	+0.200	05.540	.4972	+0.582	03.088
330	.3963	−0.053	01.996	.4408	+0.226	05.663	.4946	+0.529	03.253
340	.3816	−0.063	02.101	.4393	+0.246	05.785	.4905	+0.460	03.416
350	.3681	−0.070	02.199	.4390	+0.260	05.906	.4850	+0.377	03.576
360	.3561	−0.076	02.290	.4400	+0.266	06.028	.4783	+0.283	03.731

(240) Vanadis		(241) Germania		(242) Kriemhild	
T 1901.543	e 0.2063	T 1904.363	e 0.0956	T 1889.989	e 0.1234
M 262° 21′	a 2.667	M 259° 28′	a 3.052	M 307° 50′	a 2.862
ω 298 15	μ 82″.66	ω 73 38	μ 67″.53	ω 274 28	μ 74″.36
Ω 114 49		Ω 271 57		Ω 208 8	
i 2 6	U 4ª.355	i 5 30.7	U 5ª.331	i 11 17	U 4ª.842

(243) Ida

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.4490	32	+0.032	7	98.927	129
10	.4458	29	+0.039	6	99.056	127
20	.4429	26	+0.045	5	99.183	126
30	.4403	21	+0.050	3	99.309	124
40	.4382	15	+0.053	2	99.433	123
50	.4367	10	+0.055	0	99.556	123
60	.4357	4	+0.055	2	99.679	122
70	.4353	3	+0.053	3	99.801	122
80	.4356	9	+0.050	4	99.923	123
90	.4365	15	+0.046	6	00.046	123
100	.4380	19	+0.040	7	00.169	124
110	.4399	24	+0.033	8	00.293	125
120	.4423	28	+0.025	9	00.418	127
130	.4451	32	+0.016	10	00.545	129
140	.4483	34	+0.006	10	00.674	130
150	.4517	36	−0.004	10	00.804	133
160	.4553	36	−0.014	10	00.937	135
170	.4589	35	−0.024	9	01.072	137
180	.4624	33	−0.033	8	01.209	139
190	.4657	30	−0.041	7	01.348	141
200	.4687	26	−0.048	6	01.489	143
210	.4713	22	−0.054	4	01.632	145
220	.4735	16	−0.058	2	01.777	146
230	.4751	11	−0.060	0	01.923	147
240	.4762	4	−0.060	2	02.070	148
250	.4766	3	−0.058	3	02.218	148
260	.4763	9	−0.055	5	02.366	147
270	.4754	14	−0.050	7	02.513	146
280	.4740	21	−0.043	8	02.659	145
290	.4719	26	−0.035	9	02.804	144
300	.4693	30	−0.026	10	02.948	142
310	.4663	33	−0.016	10	03.090	139
320	.4630	35	−0.006	10	03.229	138
330	.4595	35	+0.004	10	03.367	135
340	.4560	36	+0.014	9	03.502	133
350	.4524	34	+0.023	9	03.635	131
360	.4490		+0.032		03.766	

T 1898.696 e 0.0474
M 276°49′ a 2.861
ω 104 59 μ 74″.38
Ω 326 4
i 1 9.3 U 4ª.839

(244) Sita

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.2745	12	+0.045	15	00.628	67
10	.2733	3	+0.030	16	00.695	67
20	.2736	19	+0.014	16	00.762	67
30	.2755	34	−0.002	16	00.829	68
40	.2789	49	−0.018	16	00.897	70
50	.2838	62	−0.034	16	00.967	71
60	.2900	74	−0.050	15	01.038	74
70	.2974	85	−0.065	13	01.112	76
80	.3059	94	−0.078	12	01.188	80
90	.3153	100	−0.090	9	01.268	83
100	.3253	104	−0.099	7	01.351	87
110	.3357	104	−0.106	4	01.438	92
120	.3461	101	−0.110	0	01.530	96
130	.3562	95	−0.110	3	01.626	101
140	.3657	86	−0.107	7	01.727	105
150	.3743	74	−0.100	11	01.832	109
160	.3817	57	−0.089	14	01.941	112
170	.3874	37	−0.075	17	02.053	114
180	.3911	17	−0.058	19	02.167	115
190	.3928	3	−0.039	21	02.282	116
200	.3925	24	−0.018	21	02.398	115
210	.3901	45	+0.003	21	02.513	114
220	.3856	63	+0.024	19	02.627	111
230	.3793	78	+0.043	17	02.738	108
240	.3715	90	+0.060	15	02.846	103
250	.3625	98	+0.075	12	02.949	99
260	.3527	104	+0.087	9	03.048	94
270	.3423	105	+0.096	5	03.142	90
280	.3318	104	+0.101	2	03.232	86
290	.3214	99	+0.103	2	03.318	82
300	.3115	91	+0.101	4	03.400	79
310	.3024	82	+0.097	6	03.479	75
320	.2942	70	+0.091	9	03.554	73
330	.2872	57	+0.082	11	03.627	70
340	.2815	43	+0.071	12	03.697	69
350	.2772	27	+0.059	14	03.766	68
360	.2745		+0.045		03.834	

T 1900.777 e 0.1370
M 6°50′ a 2.174
ω 164 29 μ 112″.28
Ω 208 39
i 2 49.7 U 3ª.206

(245) Vera

l	log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.4005	48	−0.202	24	00.246	101
10	.3957	27	−0.178	28	00.347	99
20	.3930	5	−0.150	31	00.446	99
30	.3925	17	−0.119	35	00.545	99
40	.3942	38	−0.084	37	00.644	100
50	.3980	59	−0.047	39	00.744	103
60	.4039	79	−0.008	40	00.847	105
70	.4118	97	+0.032	42	00.952	110
80	.4215	112	+0.074	41	01.062	116
90	.4327	127	+0.115	41	01.178	122
100	.4454	140	+0.156	38	01.300	130
110	.4594	148	+0.194	35	01.430	139
120	.4742	152	+0.229	31	01.569	149
130	.4894	152	+0.260	24	01.718	160
140	.5046	148	+0.284	16	01.878	171
150	.5194	139	+0.300	7	02.049	183
160	.5333	124	+0.307	4	02.232	194
170	.5457	103	+0.303	15	02.426	205
180	.5560	77	+0.288	26	02.631	213
190	.5637	48	+0.262	37	02.844	220
200	.5685	15	+0.225	46	03.064	223
210	.5700	20	+0.179	53	03.287	223
220	.5680	53	+0.126	57	03.510	219
230	.5627	83	+0.069	57	03.729	212
240	.5544	109	+0.012	56	03.941	203
250	.5435	130	−0.044	51	04.144	193
260	.5305	146	−0.095	45	04.337	179
270	.5159	156	−0.140	37	04.516	168
280	.5003	159	−0.177	29	04.684	157
290	.4844	156	−0.206	21	04.841	145
300	.4688	150	−0.227	12	04.986	136
310	.4538	140	−0.239	5	05.122	126
320	.4398	126	−0.244	1	05.248	119
330	.4272	109	−0.243	8	05.367	113
340	.4163	89	−0.235	14	05.480	108
350	.4074	69	−0.221	19	05.588	104
360	.4005		−0.202		05.692	

T 1897.217 e 0.2015
M 141° 1′ a 3.095
ω 326 19 μ 66″.10
Ω 62 2
i 5 11.3 U 5ª.446

(246) Asporina

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4352		−0.226		00.551	
10	.4412	60	−0.353	127	00.684	133
20	.4460	48	−0.473	120	00.820	136
30	.4497	37	−0.579	106	00.959	139
40	.4526	29	−0.667	88	01.100	141
50	.4548	22	−0.734	67	01.243	143
60	.4563	15	−0.779	45	01.387	144
70	.4573	10	−0.800	21	01.532	145
80	.4578	5	−0.796	4	01.678	146
90	.4577	1	−0.766	30	01.824	146
100	.4570	7	−0.712	54	01.969	145
110	.4556	14	−0.635	77	02.113	144
120	.4532	24	−0.539	96	02.256	143
130	.4496	36	−0.426	113	02.397	141
140	.4448	48	−0.301	125	02.536	139
150	.4386	62	−0.169	132	02.671	135
160	.4312	74	−0.036	133	02.802	131
170	.4227	85	+0.093	129	02.928	126
180	.4134	93	+0.215	122	03.050	122
190	.4039	95	+0.325	110	03.166	116
200	.3946	93	+0.420	95	03.277	111
210	.3858	88	+0.499	79	03.384	107
220	.3783	75	+0.562	63	03.486	102
230	.3724	59	+0.608	46	03.586	100
240	.3682	42	+0.637	29	03.683	97
250	.3661	21	+0.649	12	03.779	96
260	.3661	0	+0.645	4	03.874	95
270	.3682	21	+0.624	21	03.970	96
280	.3722	40	+0.586	38	04.067	97
290	.3780	58	+0.532	54	04.167	100
300	.3852	72	+0.461	71	04.269	102
310	.3935	83	+0.374	87	04.375	106
320	.4024	89	+0.273	101	04.486	111
330	.4114	90	+0.159	114	04.601	115
340	.4201	87	+0.035	124	04.720	119
350	.4281	80	−0.095	130	04.844	124
360	.4352	71	−0.226	131	04.974	130

T 1890.044 e 0.1053
M 316° 40′ a 2.6945
ω 94 5 μ 81°.40
Ω 162 46
i 15 37.7 U 4ª.423

(247) Eukrate

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3544		−0.004		01.730	
10	.3401	143	+0.174	178	01.825	95
20	.3258	143	+0.335	161	01.913	88
30	.3126	132	+0.477	142	01.996	83
40	.3011	115	+0.599	122	02.074	78
50	.2920	91	+0.700	101	02.149	75
60	.2862	58	+0.781	81	02.221	72
70	.2840	22	+0.844	63	02.292	71
80	.2857	17	+0.889	45	02.363	71
90	.2916	59	+0.916	27	02.435	72
100	.3018	102	+0.924	8	02.509	74
110	.3162	144	+0.912	12	02.588	79
120	.3346	184	+0.878	34	02.674	86
130	.3564	218	+0.817	61	02.768	94
140	.3807	243	+0.726	91	02.872	104
150	.4067	260	+0.601	125	02.989	117
160	.4327	260	+0.438	163	03.121	132
170	.4572	245	+0.238	200	03.269	148
180	.4784	212	+0.006	232	03.434	165
190	.4949	165	−0.248	254	03.613	179
200	.5058	109	−0.507	259	03.805	192
210	.5110	52	−0.754	247	04.004	199
220	.5107	3	−0.970	216	04.205	201
230	.5058	49	−1.145	175	04.404	199
240	.4976	82	−1.272	127	04.596	192
250	.4871	105	−1.348	76	04.780	184
260	.4755	116	−1.376	28	04.956	176
270	.4633	122	−1.360	16	05.121	165
280	.4512	121	−1.304	56	05.278	157
290	.4395	117	−1.212	92	05.426	148
300	.4281	114	−1.088	124	05.567	141
310	.4169	112	−0.939	149	05.701	134
320	.4056	113	−0.769	170	05.827	126
330	.3940	116	−0.584	185	05.947	120
340	.3817	123	−0.390	194	06.061	114
350	.3684	133	−0.194	196	06.169	108
360	.3544	140	−0.004	190	06.269	100

T 1904.336 e 0.2412
M 172° 40′ a 2.7415
ω 53 47 μ 79°.30
Ω 0 13.5
i 25 4.4 U 4ª.539

(248) Lameia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4009		+0.162		02.073	
10	.4055	46	+0.149	13	02.186	113
20	.4098	43	+0.131	18	02.302	116
30	.4135	37	+0.108	23	02.421	119
40	.4164	29	+0.082	26	02.542	121
50	.4185	21	+0.052	30	02.663	121
60	.4198	13	+0.021	31	02.784	121
70	.4201	3	−0.011	32	02.907	123
80	.4193	8	−0.043	32	03.031	124
90	.4176	17	−0.073	30	03.154	123
100	.4151	25	−0.100	27	03.274	120
110	.4118	33	−0.124	24	03.393	119
120	.4078	40	−0.144	20	03.510	117
130	.4034	44	−0.159	15	03.625	115
140	.3988	46	−0.168	9	03.738	113
150	.3940	48	−0.172	4	03.848	110
160	.3890	50	−0.172	0	03.955	107
170	.3842	48	−0.166	6	04.060	105
180	.3798	44	−0.154	12	04.164	104
190	.3758	40	−0.139	15	04.265	101
200	.3722	36	−0.120	19	04.364	99
210	.3692	30	−0.098	22	04.462	98
220	.3668	24	−0.073	25	04.558	96
230	.3651	17	−0.047	26	04.654	96
240	.3642	9	−0.019	28	04.749	95
250	.3639	3	+0.010	29	04.844	95
260	.3644	5	+0.038	28	04.939	95
270	.3657	13	+0.065	27	05.034	95
280	.3677	20	+0.090	25	05.130	96
290	.3704	27	+0.113	23	05.227	97
300	.3736	32	+0.133	20	05.326	99
310	.3773	37	+0.149	16	05.426	100
320	.3815	42	+0.162	13	05.528	102
330	.3861	46	+0.170	8	05.632	104
340	.3910	49	+0.172	2	05.738	106
350	.3960	50	+0.169	3	05.847	109
360	.4009	49	+0.162	7	05.958	111

T 1904.281 e 0.0645
M 309° 47′ a 2.471
ω 1 10 μ 92°.68
Ω 246 36
i 4 0.9 U 3ª.885

(249) Ilse

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2718	31	+0.136	47	00.533	65
10	.2687	9	+0.183	42	00.598	64
20	.2678	14	+0.225	35	00.662	65
30	.2692	39	+0.260	30	00.727	65
40	.2731	63	+0.290	24	00.792	67
50	.2794	87	+0.314	16	00.859	69
60	.2881	109	+0.330	8	00.928	72
70	.2990	130	+0.338	1	01.000	76
80	.3120	149	+0.337	10	01.076	82
90	.3269	163	+0.327	20	01.158	87
100	.3432	174	+0.307	32	01.245	95
110	.3606	178	+0.275	43	01.340	102
120	.3784	176	+0.232	55	01.442	112
130	.3960	167	+0.177	65	01.554	120
140	.4127	151	+0.112	75	01.674	130
150	.4278	126	+0.037	81	01.804	138
160	.4404	97	−0.044	83	01.942	146
170	.4501	62	−0.127	81	02.088	151
180	.4563	24	−0.208	75	02.239	154
190	.4587	14	−0.283	64	02.393	154
200	.4573	50	−0.347	50	02.547	153
210	.4523	81	−0.397	33	02.700	147
220	.4442	108	−0.430	17	02.847	141
230	.4334	129	−0.447	0	02.988	134
240	.4205	144	−0.447	15	03.122	126
250	.4061	154	−0.432	28	03.248	117
260	.3907	157	−0.404	38	03.365	108
270	.3750	156	−0.366	48	03.473	102
280	.3594	152	−0.318	53	03.575	96
290	.3442	145	−0.265	58	03.671	88
300	.3297	135	−0.207	60	03.759	83
310	.3162	122	−0.147	60	03.842	77
320	.3040	107	−0.087	60	03.919	74
330	.2933	91	−0.027	57	03.993	71
340	.2842	72	+0.030	55	04.064	68
350	.2770	52	+0.085	51	04.132	66
360	.2718		+0.136		04.198	

T 1902.255 e 0.2158
M 160° 7′ a 2.377
ω 39 52 μ 98°.21
Ω 334 42
i 9 40.2 U 3ª.665

(250) Bettina

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4921	81	−0.308	120	97.092	154
10	.4840	83	−0.188	121	97.246	148
20	.4757	84	−0.067	118	97.394	142
30	.4673	80	+0.051	113	97.536	137
40	.4593	74	+0.164	104	97.673	131
50	.4519	67	+0.268	94	97.804	127
60	.4452	56	+0.362	80	97.931	124
70	.4396	42	+0.442	67	98.055	121
80	.4354	25	+0.509	53	98.176	119
90	.4329	7	+0.562	37	98.295	119
100	.4322	12	+0.599	21	98.414	119
110	.4334	31	+0.620	6	98.533	119
120	.4365	51	+0.626	11	98.652	121
130	.4416	69	+0.615	27	98.773	127
140	.4485	84	+0.588	44	98.900	130
150	.4569	96	+0.544	63	99.030	135
160	.4665	105	+0.481	80	99.165	142
170	.4770	109	+0.401	96	99.307	149
180	.4879	108	+0.305	110	99.456	157
190	.4987	102	+0.195	123	99.613	165
200	.5089	92	+0.072	131	99.778	172
210	.5181	79	−0.059	133	99.950	179
220	.5260	62	−0.192	131	00.129	185
230	.5322	44	−0.323	123	00.314	190
240	.5366	26	−0.446	110	00.504	193
250	.5392	10	−0.556	92	00.697	194
260	.5402	5	−0.648	70	00.891	194
270	.5397	19	−0.718	45	01.085	194
280	.5378	32	−0.763	20	01.279	192
290	.5346	42	−0.783	6	01.471	188
300	.5304	49	−0.777	31	01.659	184
310	.5255	55	−0.746	53	01.843	180
320	.5200	63	−0.693	73	02.023	175
330	.5137	67	−0.620	92	02.198	169
340	.5070	72	−0.528	106	02.367	164
350	.4998	77	−0.422	114	02.531	159
360	.4921		−0.308		02.690	

T 1897.874 e 0.1224
M 332° 4′ a 3.153
ω 66 4 μ 64°.31
Ω 25 37
i 12 56.5 U 5ª.598

(251) Sophia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4818	83	−0.221	80	96.655	145
10	.4735	78	−0.301	69	96.800	140
20	.4657	73	−0.370	56	96.940	136
30	.4584	66	−0.426	42	97.076	131
40	.4518	53	−0.468	28	97.207	128
50	.4465	38	−0.496	14	97.335	124
60	.4427	24	−0.510	0	97.459	123
70	.4403	8	−0.510	14	97.582	123
80	.4395	7	−0.496	27	97.705	122
90	.4402	21	−0.469	40	97.827	123
100	.4423	35	−0.429	52	97.950	124
110	.4458	47	−0.377	64	98.074	127
120	.4505	56	−0.313	75	98.201	130
130	.4561	62	−0.238	83	98.331	134
140	.4623	67	−0.155	91	98.465	138
150	.4690	71	−0.064	95	98.603	142
160	.4761	71	+0.031	97	98.745	147
170	.4832	69	+0.128	97	98.892	151
180	.4901	65	+0.225	93	99.043	156
190	.4966	59	+0.318	85	99.199	161
200	.5025	53	+0.403	74	99.360	165
210	.5078	47	+0.477	61	99.525	168
220	.5125	42	+0.538	44	99.693	172
230	.5167	36	+0.582	27	99.865	177
240	.5203	27	+0.609	8	00.042	178
250	.5230	18	+0.617	13	00.220	180
260	.5248	8	+0.604	33	00.400	181
270	.5256	3	+0.571	52	00.581	181
280	.5253	15	+0.519	69	00.762	181
290	.5238	28	+0.450	82	00.943	179
300	.5210	41	+0.368	93	01.122	176
310	.5169	51	+0.275	101	01.298	173
320	.5118	62	+0.174	103	01.471	168
330	.5056	73	+0.071	103	01.639	162
340	.4983	81	−0.032	98	01.801	157
350	.4902	84	−0.130	91	01.958	152
360	.4818		−0.221		02.110	

T 1902.857 e 0.0983
M 335° 39′ a 3.099
ω 288 21 μ 65°.99
Ω 156 49
i 10 29.4 U 5ª.455

(253) Mathilde

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.2972	85	0.000	41	98.378	71
10	.3057	110	−0.041	42	98.449	75
20	.3167	133	−0.083	41	98.524	79
30	.3300	153	−0.124	42	98.603	85
40	.3453	171	−0.166	39	98.688	91
50	.3624	187	−0.205	37	98.779	99
60	.3811	198	−0.242	33	98.878	108
70	.4009	206	−0.275	28	98.986	119
80	.4215	206	−0.303	19	99.105	130
90	.4421	200	−0.322	10	99.235	143
100	.4621	185	−0.332	1	99.378	157
110	.4806	163	−0.331	15	99.535	169
120	.4969	131	−0.316	27	99.704	182
130	.5100	93	−0.289	42	99.886	191
140	.5193	47	−0.247	53	00.077	195
150	.5240	2	−0.194	61	00.275	199
160	.5238	52	−0.133	66	00.474	197
170	.5186	97	−0.067	67	00.671	191
180	.5089	137	0.000	63	00.862	180
190	.4952	170	+0.063	57	01.042	168
200	.4782	195	+0.120	47	01.210	155
210	.4587	208	+0.167	38	01.365	140
220	.4379	215	+0.205	28	01.505	128
230	.4164	212	+0.233	17	01.633	116
240	.3952	203	+0.250	9	01.749	105
250	.3749	190	+0.259	1	01.854	96
260	.3559	171	+0.260	6	01.950	88
270	.3388	150	+0.254	12	02.038	82
280	.3238	126	+0.242	18	02.120	77
290	.3112	100	+0.224	22	02.197	73
300	.3012	74	+0.202	26	02.270	70
310	.2938	47	+0.176	30	02.340	68
320	.2891	20	+0.146	33	02.408	67
330	.2871	7	+0.113	36	02.475	67
340	.2878	34	+0.077	37	02.542	68
350	.2912	60	+0.040	40	02.610	69
360	.2972		0.000		02.679	

T 1901.269 *e* 0.2667
M 256°52′ *a* 2.645
ω 153 39 *μ* 83″70
Ω 180 0
i 6 38.3 *U* 4ª301

(258) Tyche

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.3146	26	+0.244	84	00.484	78
10	.3172	43	+0.160	89	00.562	79
20	.3215	58	+0.071	93	00.641	80
30	.3273	72	−0.022	95	00.721	83
40	.3345	84	−0.117	95	00.804	86
50	.3429	97	−0.212	93	00.890	90
60	.3526	108	−0.305	89	00.980	94
70	.3634	119	−0.394	83	01.074	99
80	.3753	129	−0.477	73	01.173	105
90	.3882	138	−0.550	61	01.278	112
100	.4020	144	−0.611	46	01.390	119
110	.4164	148	−0.657	28	01.509	128
120	.4312	147	−0.685	8	01.637	136
130	.4459	140	−0.693	15	01.773	146
140	.4599	127	−0.678	40	01.919	155
150	.4726	107	−0.638	66	02.074	164
160	.4833	79	−0.572	91	02.238	171
170	.4912	44	−0.481	112	02.409	176
180	.4956	4	−0.369	127	02.585	178
190	.4960	39	−0.242	136	02.763	176
200	.4921	79	−0.106	137	02.939	172
210	.4842	116	+0.031	130	03.111	164
220	.4726	145	+0.161	116	03.275	155
230	.4581	167	+0.277	98	03.430	144
240	.4414	179	+0.375	78	03.574	132
250	.4235	181	+0.453	58	03.706	122
260	.4054	176	+0.511	38	03.828	113
270	.3878	165	+0.549	20	03.941	104
280	.3713	149	+0.569	3	04.045	97
290	.3564	129	+0.572	12	04.142	90
300	.3435	106	+0.560	26	04.232	86
310	.3329	83	+0.534	38	04.318	82
320	.3246	59	+0.496	49	04.400	80
330	.3187	36	+0.447	59	04.480	78
340	.3151	13	+0.388	68	04.558	77
350	.3138	8	+0.320	76	04.635	77
360	.3146		+0.244		04.712	

T 1903.350 *e* 0.2054
M 243° 10′ *a* 2.6145
ω 152 52 *μ* 85″15
Ω 207 43
i 14 15 *U* 4ª228

(259) Aletheia

l	log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.5055	79	−0.606	1	98.978	167
10	.5134	76	−0.605	21	99.145	174
20	.5210	70	−0.584	40	99.319	179
30	.5280	60	−0.544	59	99.498	185
40	.5340	45	−0.485	78	99.683	189
50	.5385	29	−0.407	93	99.872	193
60	.5414	10	−0.314	105	00.065	195
70	.5424	9	−0.209	112	00.260	195
80	.5415	29	−0.097	115	00.455	193
90	.5386	49	+0.018	111	00.648	189
100	.5337	67	+0.129	104	00.837	184
110	.5270	80	+0.233	94	01.021	179
120	.5190	90	+0.327	79	01.200	172
130	.5100	95	+0.406	63	01.372	164
140	.5005	95	+0.469	46	01.536	157
150	.4910	93	+0.515	29	01.693	151
160	.4817	86	+0.544	12	01.844	145
170	.4731	76	+0.556	4	01.989	139
180	.4655	64	+0.552	19	02.128	135
190	.4591	53	+0.533	33	02.263	131
200	.4538	40	+0.500	46	02.394	128
210	.4498	26	+0.454	57	02.522	126
220	.4472	14	+0.397	68	02.648	125
230	.4458	2	+0.329	77	02.773	125
240	.4456	9	+0.252	84	02.898	125
250	.4465	18	+0.168	90	03.023	126
260	.4483	28	+0.078	93	03.149	127
270	.4511	36	−0.015	93	03.276	129
280	.4547	43	−0.108	92	03.405	132
290	.4590	50	−0.200	88	03.537	134
300	.4640	57	−0.288	81	03.671	138
310	.4697	62	−0.369	74	03.809	141
320	.4759	68	−0.443	63	03.950	146
330	.4827	73	−0.506	49	04.096	150
340	.4900	76	−0.555	33	04.246	156
350	.4976	79	−0.588	18	04.402	162
360	.5055		−0.606		04.564	

T 1899.900 *e* 0.1105
M 162° 11′ *a* 3.148
ω 156 52 *μ* 64″45
Ω 88 29
i 10 42.7 *U* 5ª586

(261) Prymno

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4014	32	−0.159	0	00.729	115
10	.3982	43	−0.159	6	00.844	113
20	.3939	51	−0.153	10	00.957	111
30	.3888	57	−0.143	15	01.068	109
40	.3831	63	−0.128	18	01.177	105
50	.3768	66	−0.110	22	01.282	102
60	.3702	67	−0.088	23	01.384	99
70	.3635	67	−0.065	24	01.483	97
80	.3568	63	−0.041	25	01.580	94
90	.3505	59	−0.016	25	01.674	90
100	.3446	53	+0.009	24	01.764	88
110	.3393	46	+0.033	22	01.852	87
120	.3347	37	+0.055	21	01.939	85
130	.3310	28	+0.076	18	02.024	83
140	.3282	17	+0.094	15	02.107	83
150	.3265	7	+0.109	12	02.190	82
160	.3258	5	+0.121	9	02.272	82
170	.3263	16	+0.130	5	02.354	82
180	.3279	27	+0.135	1	02.436	83
190	.3306	37	+0.136	2	02.519	85
200	.3343	46	+0.134	6	02.604	87
210	.3389	54	+0.128	11	02.691	88
220	.3443	62	+0.117	14	02.779	91
230	.3505	67	+0.103	17	02.870	93
240	.3572	70	+0.086	20	02.963	96
250	.3642	69	+0.066	24	03.059	100
260	.3711	68	+0.042	25	03.159	103
270	.3779	64	+0.017	27	03.262	106
280	.3843	58	−0.010	27	03.368	109
290	.3901	51	−0.037	26	03.477	112
300	.3952	40	−0.063	25	03.589	114
310	.3992	29	−0.088	23	03.703	116
320	.4021	17	−0.111	19	03.819	117
330	.4038	4	−0.130	15	03.936	118
340	.4042	8	−0.145	10	04.054	118
350	.4034	20	−0.155	4	04.172	117
360	.4014		−0.159		04.289	

T 1897.874 e 0.0900
M 275° 46′ a 2.331
ω 63 7 μ 101″.13
Ω 96 21
i 3 38.5 U 3ª.560

(262) Valda

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3438	114	−0.187	47	98.762	85
10	.3324	97	−0.140	49	98.847	81
20	.3227	79	−0.091	49	98.928	78
30	.3148	59	−0.042	49	99.006	75
40	.3089	39	+0.007	47	99.081	74
50	.3050	18	+0.054	45	99.155	72
60	.3032	4	+0.099	43	99.227	73
70	.3036	25	+0.142	40	99.300	74
80	.3061	48	+0.182	35	99.374	75
90	.3109	70	+0.217	31	99.449	76
100	.3179	91	+0.248	25	99.525	79
110	.3270	111	+0.273	19	99.604	83
120	.3381	130	+0.292	13	99.687	87
130	.3511	146	+0.305	4	99.774	94
140	.3657	158	+0.309	5	99.868	100
150	.3815	167	+0.304	14	99.968	108
160	.3982	170	+0.290	25	00.076	117
170	.4152	168	+0.265	36	00.193	126
180	.4320	158	+0.229	47	00.319	136
190	.4478	141	+0.182	56	00.455	146
200	.4619	119	+0.126	65	00.601	155
210	.4738	90	+0.061	71	00.756	163
220	.4828	55	−0.010	73	00.919	168
230	.4883	18	−0.083	70	01.087	171
240	.4901	20	−0.153	65	01.258	171
250	.4881	56	−0.218	55	01.429	168
260	.4825	88	−0.273	43	01.597	163
270	.4737	115	−0.316	30	01.760	155
280	.4622	135	−0.346	16	01.915	146
290	.4487	150	−0.362	2	02.061	137
300	.4337	158	−0.364	9	02.198	128
310	.4179	160	−0.355	19	02.326	118
320	.4019	158	−0.336	28	02.444	110
330	.3861	152	−0.308	36	02.554	103
340	.3709	142	−0.272	40	02.657	98
350	.3567	129	−0.232	45	02.755	88
360	.3438		−0.187		02.843	

T 1901.379 e 0.2119
M 189° 5′ a 2.554
ω 22 36 μ 88″.22
Ω 38 37
i 7 44 U 4ª.081

(263) Dresda

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4277	10	+0.037	9	01.121	117
10	.4267	1	+0.028	10	01.238	117
20	.4266	8	+0.018	10	01.355	117
30	.4274	18	+0.008	10	01.472	118
40	.4292	26	−0.002	11	01.590	119
50	.4318	35	−0.013	10	01.709	121
60	.4353	42	−0.023	10	01.830	123
70	.4395	48	−0.033	9	01.953	125
80	.4443	52	−0.042	8	02.078	128
90	.4495	55	−0.050	7	02.206	131
100	.4550	57	−0.057	5	02.337	135
110	.4607	58	−0.062	3	02.472	139
120	.4665	56	−0.065	1	02.611	142
130	.4721	51	−0.066	0	02.753	146
140	.4772	46	−0.066	3	02.899	149
150	.4818	41	−0.063	5	03.048	152
160	.4859	33	−0.058	7	03.200	155
170	.4892	21	−0.051	9	03.355	157
180	.4913	11	−0.042	10	03.512	158
190	.4924	1	−0.032	11	03.670	158
200	.4925	10	−0.021	12	03.828	158
210	.4915	21	−0.009	12	03.986	157
220	.4894	30	+0.003	12	04.143	155
230	.4864	38	+0.015	11	04.298	153
240	.4826	46	+0.026	10	04.451	150
250	.4780	52	+0.036	9	04.601	146
260	.4728	55	+0.045	7	04.747	143
270	.4673	57	+0.052	5	04.890	139
280	.4616	58	+0.057	4	05.029	135
290	.4558	56	+0.061	2	05.164	132
300	.4502	52	+0.063	1	05.296	129
310	.4450	48	+0.062	2	05.425	125
320	.4402	43	+0.060	4	05.550	123
330	.4359	36	+0.056	5	05.673	121
340	.4323	28	+0.051	6	05.794	119
350	.4295	18	+0.045	8	05.913	118
360	.4277		+0.037		06.031	

T 1903.131 e 0.0760
M 133° 52′ a 2.889
ω 158 6 μ 73″.31
Ω 217 37
i 1 17 U 4ª.910

l	(264) Libussa log $r \cos b$		$r \sin b$		t		(265) Anna log $r \cos b$		$r \sin b$		t		(266) Aline log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3855		−0.343		00.602		.4352		+0.546		00.091		.3708		+0.464		98.214	
		22		56		100		94		215		156		14		62		95
10	.3833		−0.287		00.702		.4446		+0.761		00.247		.3694		+0.402		98.309	
		8		64		99		46		190		160		3		73		95
20	.3825		−0.223		00.801		.4492		+0.951		00.407		.3697		+0.329		98.404	
		7		70		99		7		155		163		18		81		95
30	.3832		−0.153		00.900		.4499		+1.106		00.570		.3715		+0.248		98.499	
		20		75		100		25		112		163		33		89		96
40	.3852		−0.078		01.000		.4474		+1.218		00.733		.3748		+0.159		98.595	
		31		78		101		49		67		159		46		96		98
50	.3883		0.000		01.101		.4425		+1.285		00.892		.3794		+0.063		98.693	
		42		79		103		65		23		155		57		100		101
60	.3925		+0.079		01.204		.4360		+1.308		01.047		.3851		−0.037		98.794	
		51		78		105		76		21		150		66		102		103
70	.3976		+0.157		01.309		.4284		+1.287		01.197		.3917		−0.139		98.897	
		61		76		108		85		62		145		73		100		106
80	.4037		+0.233		01.417		.4199		+1.225		01.342		.3990		−0.239		99.003	
		70		72		111		93		99		139		81		97		110
90	.4107		+0.305		01.528		.4106		+1.126		01.481		.4071		−0.336		99.113	
		79		65		115		101		130		133		89		91		115
100	.4186		+0.370		01.643		.4005		+0.996		01.614		.4160		−0.427		99.228	
		86		57		120		112		156		127		95		82		120
110	.4272		+0.427		01.763		.3893		+0.840		01.741		.4255		−0.509		99.348	
		92		46		124		126		177		120		100		71		125
120	.4364		+0.473		01.887		.3767		+0.663		01.861		.4355		−0.580		99.473	
		95		33		130		143		188		112		103		55		131
130	.4459		+0.506		02.017		.3624		+0.475		01.973		.4458		−0.635		99.604	
		96		20		136		161		191		105		106		39		138
140	.4555		+0.526		02.153		.3463		+0.284		02.078		.4564		−0.674		99.742	
		96		4		142		179		187		97		107		20		145
150	.4651		+0.530		02.295		.3284		+0.097		02.175		.4671		−0.694		99.887	
		93		13		148		192		176		90		104		2		152
160	.4744		+0.517		02.443		.3092		−0.079		02.265		.4775		−0.692		00.039	
		85		31		154		197		158		81		97		25		159
170	.4829		+0.486		02.597		.2895		−0.237		02.346		.4872		−0.667		00.198	
		72		49		161		194		137		74		85		49		167
180	.4901		+0.437		02.758		.2701		−0.374		02.420		.4957		−0.618		00.365	
		56		65		166		179		115		68		67		72		172
190	.4957		+0.372		02.924		.2522		−0.489		02.488		.5024		−0.546		00.537	
		37		80		168		158		94		63		45		94		177
200	.4994		+0.292		03.092		.2364		−0.583		02.551		.5069		−0.452		00.714	
		14		91		170		125		74		60		17		112		179
210	.5008		+0.201		03.262		.2239		−0.657		02.611		.5086		−0.340		00.893	
		9		98		171		89		56		56		12		125		179
220	.4999		+0.103		03.433		.2150		−0.713		02.667		.5074		−0.215		01.072	
		34		101		170		47		40		54		42		131		177
230	.4965		+0.002		03.603		.2103		−0.753		02.721		.5032		−0.084		01.249	
		59		100		165		1		24		54		71		131		173
240	.4906		−0.098		03.768		.2102		−0.777		02.775		.4961		+0.047		01.422	
		79		93		160		44		9		55		98		125		166
250	.4827		−0.191		03.928		.2146		−0.786		02.830		.4863		+0.172		01.588	
		95		82		155		90		7		56		118		112		157
260	.4732		−0.273		04.083		.2236		−0.779		02.886		.4745		+0.284		01.745	
		106		69		147		136		24		59		132		96		149
270	.4626		−0.342		04.230		.2372		−0.755		02.945		.4613		+0.380		01.894	
		112		56		140		178		43		64		140		79		140
280	.4514		−0.398		04.370		.2550		−0.712		03.009		.4473		+0.459		02.034	
		113		41		133		216		65		69		140		60		131
290	.4401		−0.439		04.503		.2766		−0.647		03.078		.4333		+0.519		02.165	
		111		26		126		244		90		78		136		40		123
300	.4290		−0.465		04.629		.3010		−0.557		03.156		.4197		+0.559		02.288	
		104		11		120		259		119		88		125		22		116
310	.4186		−0.476		04.749		.3269		−0.438		03.244		.4072		+0.581		02.404	
		94		3		114		265		150		98		110		6		110
320	.4092		−0.473		04.863		.3534		−0.288		03.342		.3962		+0.587		02.514	
		81		16		110		255		180		110		92		10		105
330	.4011		−0.457		04.973		.3789		−0.108		03.452		.3870		+0.577		02.619	
		67		27		107		229		206		124		73		24		101
340	.3944		−0.430		05.080		.4018		+0.098		03.576		.3797		+0.553		02.720	
		52		38		104		191		222		138		54		38		98
350	.3892		−0.392		05.184		.4209		+0.320		03.714		.3743		+0.515		02.818	
		37		49		101		143		226		148		35		51		95
360	.3855		−0.343		05.285		.4352		+0.546		03.862		.3708		+0.464		02.913	

(264) Libussa		(265) Anna		(266) Aline	
T 1895.629	e 0.1348	T 1902.146	e 0.2622	T 1902.693	e 0.1572
M 317° 0′	a 2.799	M 307° 48′	a 2.4225	M 325° 10′	a 2.805
ω 336 41	μ 76″.88	ω 251 12	μ 95″.48	ω 147 41	μ 76″.62
Ω 50 4		Ω 335 23		Ω 236 20	
i 10 26.7	U 4ʲ.683	i 25 42	U 3ʲ.771	i 13 20.9	U 4ʲ.699

l	(268) Adorea log $r\cos b$	(268) Adorea $r\sin b$	(268) Adorea t	(269) Justitia log $r\cos b$	(269) Justitia $r\sin b$	(269) Justitia t	(270) Anahita log $r\cos b$	(270) Anahita $r\sin b$	(270) Anahita t
0°	.5457	−0.126	00.050	.3924	−0.090	00.495	.2773	+0.075	00.677
10	.5448	−0.137	00.246	.4084	−0.131	00.607	.2827	+0.071	00.746
20	.5419	−0.144	00.441	.4246	−0.171	00.727	.2897	+0.066	00.817
30	.5370	−0.145	00.633	.4406	−0.208	00.856	.2981	+0.059	00.890
40	.5305	−0.142	00.819	.4556	−0.241	00.995	.3076	+0.049	00.966
50	.5225	−0.134	00.999	.4693	−0.267	01.144	.3180	+0.037	01.046
60	.5135	−0.122	01.172	.4810	−0.285	01.302	.3291	+0.023	01.131
70	.5037	−0.107	01.338	.4903	−0.294	01.467	.3405	+0.007	01.220
80	.4935	−0.088	01.497	.4966	−0.291	01.639	.3519	−0.009	01.313
90	.4832	−0.068	01.648	.4997	−0.278	01.814	.3630	−0.026	01.411
100	.4730	−0.047	01.792	.4994	−0.253	01.990	.3735	−0.042	01.514
110	.4633	−0.025	01.930	.4956	−0.219	02.165	.3829	−0.058	01.622
120	.4544	−0.004	02.062	.4883	−0.178	02.335	.3907	−0.072	01.736
130	.4465	+0.017	02.189	.4781	−0.132	02.499	.3967	−0.085	01.852
140	.4398	+0.036	02.311	.4655	−0.083	02.654	.4007	−0.095	01.971
150	.4345	+0.054	02.431	.4510	−0.035	02.800	.4025	−0.101	02.091
160	.4305	+0.071	02.548	.4351	+0.011	02.936	.4019	−0.104	02.212
170	.4280	+0.085	02.663	.4184	+0.054	03.062	.3990	−0.103	02.332
180	.4271	+0.096	02.777	.4017	+0.092	03.179	.3941	−0.099	02.450
190	.4278	+0.105	02.891	.3854	+0.124	03.287	.3872	−0.091	02.565
200	.4301	+0.112	03.006	.3699	+0.151	03.387	.3787	−0.080	02.676
210	.4339	+0.115	03.122	.3558	+0.171	03.481	.3688	−0.068	02.782
220	.4391	+0.115	03.241	.3433	+0.186	03.569	.3580	−0.056	02.883
230	.4456	+0.112	03.363	.3326	+0.195	03.653	.3467	−0.041	02.979
240	.4533	+0.106	03.489	.3239	+0.199	03.733	.3352	−0.023	03.070
250	.4620	+0.096	03.620	.3174	+0.197	03.810	.3239	−0.007	03.157
260	.4716	+0.084	03.756	.3134	+0.191	03.885	.3131	+0.008	03.239
270	.4817	+0.068	03.899	.3118	+0.180	03.960	.3031	+0.022	03.318
280	.4920	+0.049	04.049	.3126	+0.165	04.034	.2941	+0.035	03.393
290	.5023	+0.028	04.207	.3157	+0.145	04.109	.2864	+0.046	03.465
300	.5123	+0.004	04.372	.3210	+0.121	04.185	.2801	+0.056	03.535
310	.5215	−0.021	04.545	.3285	+0.093	04.264	.2753	+0.064	03.603
320	.5296	−0.045	04.725	.3381	+0.062	04.346	.2723	+0.070	03.670
330	.5363	−0.069	04.911	.3495	+0.028	04.432	.2710	+0.075	03.736
340	.5414	−0.091	05.101	.3625	−0.010	04.523	.2713	+0.077	03.802
350	.5446	−0.110	05.295	.3769	−0.049	04.620	.2734	+0.077	03.868
360	.5457	−0.126	05.492	.3924	−0.090	04.724	.2773	+0.075	03.936

	(268) Adorea		(269) Justitia		(270) Anahita	
	T 1900.886	e 0.1357	T 1900.830	e 0.2132	T 1903.569	e 0.1504
	M 234° 28′	a 3.094	M 91° 35′	a 2.615	M 339° 35′	a 2.198
	ω 58 53	μ 66″.15	ω 115 31	μ 85″.12	ω 78 13	μ 110″.45
	Ω 121 46		Ω 157 29		Ω 254 29	
	i 2 25	U 5ª.442	i 5 26	U 4ª.229	i 2 21.7	U 3ª.259

l	(271) Penthesilea log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(274) Philagoria log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ	(276) Adelheid log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4365	27	+0.067	26	97.923	120	.5257	42	−0.215	1	01.161	183	.5006	4	+0.655	196	01.753	171
10	.4338	15	+0.093	23	98.043	118	.5299	26	−0.216	6	01.344	186	.5002	22	+0.459	211	01.924	169
20	.4323	3	+0.116	19	98.161	118	.5325	9	−0.210	13	01.530	187	.4980	43	+0.248	217	02.093	166
30	.4320	9	+0.135	16	98.279	118	.5334	10	−0.197	20	01.717	187	.4937	65	+0.031	211	02.259	163
40	.4329	22	+0.151	12	98.397	119	.5324	29	−0.177	26	01.904	185	.4872	83	−0.180	198	02.422	158
50	.4351	34	+0.163	7	98.516	121	.5295	45	−0.151	32	02.089	183	.4789	93	−0.378	179	02.580	150
60	.4385	45	+0.170	3	98.637	123	.5250	60	−0.119	34	02.272	178	.4696	96	−0.557	154	02.730	144
70	.4430	53	+0.173	1	98.760	125	.5190	74	−0.085	36	02.450	172	.4600	93	−0.711	126	02.874	138
80	.4483	62	+0.172	7	98.885	129	.5116	84	−0.049	36	02.622	166	.4507	82	−0.837	98	03.012	133
90	.4545	70	+0.165	13	99.014	132	.5032	92	−0.013	35	02.788	160	.4425	64	−0.935	70	04.145	128
100	.4615	75	+0.152	18	99.146	137	.4940	95	+0.022	33	02.948	154	.4361	42	−1.005	43	03.273	125
110	.4690	78	+0.134	21	99.283	143	.4845	95	+0.055	30	03.102	146	.4319	19	−1.048	17	03.398	123
120	.4768	78	+0.113	26	99.426	148	.4750	94	+0.085	26	03.248	140	.4300	6	−1.065	10	03.521	123
130	.4846	76	+0.087	30	99.574	153	.4656	89	+0.111	22	03.388	135	.4306	31	−1.055	36	03.644	124
140	.4922	71	+0.057	33	99.727	159	.4567	81	+0.133	17	03.523	129	.4337	54	−1.019	63	03.768	126
150	.4993	64	+0.024	35	99.886	164	.4486	71	+0.150	13	03.652	125	.4391	72	−0.956	91	03.894	130
160	.5057	54	−0.011	35	00.050	168	.4415	60	+0.163	8	03.777	121	.4463	86	−0.865	118	04.024	135
170	.5111	43	−0.046	34	00.218	170	.4355	48	+0.171	2	03.898	118	.4549	93	−0.747	145	04.159	141
180	.5154	30	−0.080	32	00.388	174	.4307	34	+0.173	2	04.016	116	.4642	92	−0.602	171	04.300	147
190	.5184	15	−0.112	29	00.562	177	.4273	20	+0.171	7	04.132	114	.4734	83	−0.431	192	04.447	153
200	.5199	1	−0.141	24	00.739	177	.4253	5	+0.164	11	04.246	114	.4817	69	−0.239	207	04.600	159
210	.5198	15	−0.165	19	00.916	176	.4248	11	+0.153	15	04.360	114	.4886	51	−0.032	215	04.759	163
220	.5183	28	−0.184	12	01.092	174	.4259	26	+0.138	19	04.474	115	.4937	30	+0.183	212	04.922	166
230	.5155	39	−0.196	6	01.266	172	.4285	39	+0.119	23	04.589	116	.4967	11	+0.395	200	05.088	168
240	.5116	51	−0.202	1	01.438	168	.4324	52	+0.096	26	04.705	119	.4978	4	+0.595	180	05.256	168
250	.5065	60	−0.201	8	01.606	163	.4376	64	+0.070	28	04.824	123	.4974	13	+0.775	154	05.424	167
260	.5005	68	−0.193	13	01.769	159	.4440	73	+0.042	30	04.947	126	.4961	17	+0.929	125	05.591	166
270	.4937	73	−0.180	19	01.928	154	.4513	82	+0.012	32	05.073	131	.4944	16	+1.054	92	05.757	165
280	.4864	75	−0.161	23	02.082	149	.4595	89	−0.020	34	05.204	136	.4928	11	+1.146	58	05.922	164
290	.4789	75	−0.138	27	02.231	143	.4684	93	−0.054	32	05.340	142	.4917	3	+1.204	23	06.086	163
300	.4714	73	−0.111	29	02.374	139	.4777	93	−0.086	31	05.482	148	.4914	5	+1.227	12	06.249	163
310	.4641	70	−0.082	30	02.513	134	.4870	92	−0.117	29	05.630	155	.4919	14	+1.215	46	06.412	164
320	.4571	64	−0.052	31	02.647	130	.4962	88	−0.146	25	05.785	161	.4933	21	+1.169	81	06.576	166
330	.4507	56	−0.021	30	02.777	127	.5050	80	−0.171	21	05.946	168	.4954	23	+1.088	114	06.742	167
340	.4451	48	+0.009	30	02.904	124	.5130	70	−0.192	15	06.114	173	.4977	19	+0.974	145	06.909	168
350	.4403	38	+0.039	28	03.028	121	.5200	57	−0.207	8	06.287	179	.4996	10	+0.829	174	07.077	170
360	.4365		+0.067		03.149		.5257		−0.215		06.466		.5006		+0.655		07.247	

(271) Penthesilea		(274) Philagoria		(276) Adelheid	
T 1902.638	e 0.1010	T 1903.022	e 0.1243	T 1901.762	e 0.0709
M 303° 17′	a 3.011	M 270° 14′	a 3.042	M 240° 58′	a 3.114
ω 49 20	μ 68°.91	ω 114 59	μ 67°.85	ω 273 0	μ 65°.52
Ω 336 58		Ω 93 39		Ω 211 29	
i 3 34.8	U 5ª.226	i 3 40.9	U 5ª.305	i 21 35.7	U 5ª.494

(277) Elvira

l	log $r\cos b$	diff.	$r\sin b$	diff.	t	diff.
0°	.4195	1	+0.041	6	00.094	113
10	.4194	9	+0.035	7	00.207	114
20	.4203	20	+0.028	8	00.321	114
30	.4223	31	+0.020	8	00.435	116
40	.4254	40	+0.012	9	00.551	118
50	.4294	49	+0.003	9	00.669	120
60	.4343	56	−0.006	10	00.789	123
70	.4399	61	−0.016	9	00.912	126
80	.4460	66	−0.025	8	01.038	130
90	.4526	68	−0.033	8	01.168	134
100	.4594	68	−0.041	7	01.302	138
110	.4662	67	−0.048	6	01.440	143
120	.4729	62	−0.054	4	01.583	147
130	.4791	56	−0.058	2	01.730	151
140	.4847	48	−0.060	0	01.881	155
150	.4895	38	−0.060	1	02.036	158
160	.4933	26	−0.059	3	02.194	160
170	.4959	14	−0.056	6	02.354	162
180	.4973	1	−0.050	7	02.516	163
190	.4974	11	−0.043	9	02.679	162
200	.4963	24	−0.034	10	02.841	160
210	.4939	36	−0.024	10	03.001	159
220	.4903	46	−0.014	10	03.160	156
230	.4857	54	−0.004	11	03.316	151
240	.4803	61	+0.007	10	03.467	148
250	.4742	66	+0.017	9	03.615	144
260	.4676	68	+0.026	8	03.759	139
270	.4608	68	+0.034	7	03.898	135
280	.4540	66	+0.041	5	04.033	131
290	.4474	63	+0.046	4	04.164	127
300	.4411	57	+0.050	2	04.291	124
310	.4354	50	+0.052	1	04.415	120
320	.4304	42	+0.053	0	04.535	118
330	.4262	33	+0.053	3	04.653	115
340	.4229	22	+0.050	4	04.768	115
350	.4207	12	+0.046	5	04.883	114
360	.4195		+0.041		04.997	

T 1902.146 e 0.0898
M 145° 38′ a 2.886
ω 132 52 μ 73″.42
Ω 233 9.5
i 1 7.8 U 4ª.903

(278) Pauline

l	log $r\cos b$	diff.	$r\sin b$	diff.	t	diff.
0°	.4901	34	−0.376	37	99.063	161
10	.4935	15	−0.339	49	99.224	164
20	.4950	6	−0.290	59	99.388	165
30	.4944	27	−0.231	68	99.553	163
40	.4917	49	−0.163	72	99.716	160
50	.4868	68	−0.091	73	99.876	156
60	.4800	85	−0.018	71	00.032	152
70	.4715	98	+0.053	66	00.184	147
80	.4617	106	+0.119	60	00.331	139
90	.4511	111	+0.179	51	00.470	131
100	.4400	112	+0.230	42	00.601	125
110	.4288	109	+0.272	31	00.726	120
120	.4179	101	+0.303	21	00.846	114
130	.4078	91	+0.324	12	00.960	110
140	.3987	78	+0.336	2	01.070	106
150	.3909	64	+0.338	8	01.176	102
160	.3845	48	+0.330	16	01.278	100
170	.3797	32	+0.314	24	01.378	98
180	.3765	16	+0.290	32	01.476	97
190	.3749	1	+0.258	38	01.573	96
200	.3750	17	+0.220	44	01.669	97
210	.3767	33	+0.176	50	01.766	98
220	.3800	46	+0.126	54	01.864	100
230	.3846	57	+0.072	57	01.964	103
240	.3903	68	+0.015	60	02.067	105
250	.3971	78	−0.045	60	02.172	108
260	.4049	87	−0.105	59	02.280	113
270	.4136	92	−0.164	57	02.393	118
280	.4228	96	−0.221	53	02.511	122
290	.4324	98	−0.274	47	02.633	126
300	.4422	98	−0.321	39	02.759	133
310	.4520	94	−0.360	28	02.892	139
320	.4614	88	−0.388	17	03.031	145
330	.4702	79	−0.405	4	03.176	150
340	.4781	67	−0.409	10	03.326	155
350	.4848	53	−0.399	23	03.481	159
360	.4901		−0.376		03.640	

T 1902.474 e 0.1318
M 64° 16′ a 2.756
ω 135 58 μ 78″.66
Ω 62 31
i 7 49.1 U 4ª.577

(279) Thule

l	log $r\cos b$	diff.	$r\sin b$	diff.	t	diff.
0°	.6045	49	−0.162	8	97.211	221
10	.6094	56	−0.154	13	97.432	227
20	.6150	60	−0.141	17	97.659	233
30	.6210	63	−0.124	22	97.892	239
40	.6273	63	−0.102	25	98.131	246
50	.6336	61	−0.077	28	98.377	254
60	.6397	58	−0.049	31	98.631	261
70	.6455	53	−0.018	32	98.892	267
80	.6508	46	+0.014	32	99.159	273
90	.6554	37	+0.046	32	99.432	280
100	.6591	27	+0.078	30	99.712	283
110	.6618	15	+0.108	26	99.995	286
120	.6633	3	+0.134	22	00.281	287
130	.6636	7	+0.156	16	00.568	287
140	.6629	19	+0.172	11	00.855	285
150	.6610	30	+0.183	5	01.140	281
160	.6580	39	+0.188	1	01.421	278
170	.6541	48	+0.187	8	01.699	272
180	.6493	54	+0.179	13	01.971	265
190	.6439	58	+0.166	17	02.236	259
200	.6381	61	+0.149	22	02.495	252
210	.6320	61	+0.127	25	02.747	245
220	.6259	60	+0.102	27	02.992	238
230	.6199	59	+0.075	29	03.230	231
240	.6140	54	+0.046	30	03.461	226
250	.6086	48	+0.016	29	03.687	220
260	.6038	41	−0.013	28	03.907	216
270	.5997	33	−0.041	27	04.123	212
280	.5964	24	−0.068	25	04.335	210
290	.5940	14	−0.093	21	04.545	207
300	.5926	5	−0.114	18	04.752	206
310	.5921	6	−0.132	15	04.958	207
320	.5927	16	−0.147	10	05.165	208
330	.5943	26	−0.157	6	05.373	210
340	.5969	35	−0.163	2	05.583	212
350	.6004	41	−0.165	3	05.795	216
360	.6045		−0.162		06.011	

T 1891.139 e 0.0822
M 155° 37′ a 4.263
ω 233 20 μ 40″.91
Ω 75 33
i 2 22.6 U 8ª.800

l	(282) Clorinde						(283) Emma						(284) Amalia					
	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3578	67	−0.209	44	98.621	95	.4088	10	+0.294	33	97.753	108	.3167	161	+0.238	26	01.167	83
10	.3511	62	−0.253	36	98.716	91	.4098	28	+0.327	25	97.861	108	.3328	172	+0.212	35	01.250	91
20	.3449	54	−0.289	27	98.807	89	.4126	47	+0.352	16	97.969	109	.3500	177	+0.177	43	01.341	98
30	.3395	46	−0.316	16	98.896	87	.4173	65	+0.368	6	98.078	112	.3677	177	+0.134	51	01.439	106
40	.3349	36	−0.332	7	98.983	85	.4238	81	+0.374	4	98.190	117	.3854	171	+0.083	59	01.545	115
50	.3313	23	−0.339	2	99.068	85	.4319	96	+0.370	14	98.307	122	.4025	158	+0.024	63	01.660	124
60	.3290	10	−0.337	11	99.153	84	.4415	109	+0.356	25	98.429	128	.4183	138	−0.039	67	01.784	132
70	.3280	2	−0.326	20	99.237	84	.4524	117	+0.331	37	98.557	134	.4321	112	−0.106	67	01.916	141
80	.3282	13	−0.306	29	99.321	84	.4641	123	+0.294	48	98.691	142	.4433	79	−0.173	63	02.057	147
90	.3295	23	−0.277	37	99.405	84	.4764	123	+0.246	57	98.833	150	.4512	44	−0.236	56	02.204	152
100	.3318	33	−0.240	44	99.489	86	.4887	121	+0.189	67	98.983	159	.4556	9	−0.292	45	02.356	153
110	.3351	42	−0.196	51	99.575	87	.5008	113	+0.122	76	99.142	168	.4565	27	−0.337	31	02.509	153
120	.3393	48	−0.145	56	99.662	89	.5121	99	+0.046	81	99.310	176	.4538	61	−0.368	17	02.662	149
130	.3441	52	−0.089	60	99.751	91	.5220	83	−0.035	83	99.486	183	.4477	92	−0.385	3	02.811	144
140	.3493	55	−0.029	62	99.842	93	.5303	64	−0.118	81	99.669	190	.4385	117	−0.388	11	02.955	138
150	.3548	55	+0.033	63	99.935	96	.5367	41	−0.199	77	99.859	195	.4268	137	−0.377	24	03.093	130
160	.3603	55	+0.096	61	00.031	98	.5408	17	−0.276	68	00.054	198	.4131	151	−0.353	35	03.223	121
170	.3658	54	+0.157	58	00.129	101	.5425	7	−0.344	55	00.252	197	.3980	160	−0.318	42	03.344	113
180	.3712	51	+0.215	53	00.230	103	.5418	30	−0.399	41	00.449	196	.3820	164	−0.276	48	03.457	105
190	.3763	48	+0.268	46	00.333	105	.5388	50	−0.440	25	00.645	192	.3656	163	−0.228	51	03.562	97
200	.3811	44	+0.314	37	00.438	108	.5338	68	−0.465	8	00.837	187	.3493	158	−0.177	53	03.659	90
210	.3855	39	+0.351	26	00.546	110	.5270	82	−0.473	8	01.024	182	.3335	149	−0.124	53	03.749	84
220	.3894	32	+0.377	15	00.656	112	.5188	94	−0.465	23	01.206	174	.3186	137	−0.071	51	03.833	79
230	.3926	26	+0.392	2	00.768	113	.5094	102	−0.442	36	01.380	165	.3049	122	−0.020	49	03.912	74
240	.3952	20	+0.394	11	00.881	114	.4992	107	−0.406	46	01.545	158	.2927	105	+0.029	46	03.986	70
250	.3972	13	+0.383	24	00.995	115	.4885	109	−0.360	56	01.703	151	.2822	86	+0.075	42	04.056	67
260	.3985	3	+0.359	35	01.110	116	.4776	108	−0.304	62	01.854	143	.2736	65	+0.117	37	04.123	65
270	.3988	9	+0.324	45	01.226	116	.4668	105	−0.242	67	01.997	137	.2671	41	+0.154	33	04.188	64
280	.3979	20	+0.279	54	01.342	115	.4563	100	−0.175	68	02.134	130	.2630	17	+0.187	28	04.252	62
290	.3959	30	+0.225	61	01.457	113	.4463	92	−0.107	69	02.264	124	.2613	7	+0.215	22	04.314	63
300	.3929	41	+0.164	65	01.570	111	.4371	82	−0.038	67	02.388	119	.2620	32	+0.237	16	04.377	63
310	.3888	50	+0.099	68	01.681	110	.4289	71	+0.029	63	02.507	116	.2652	57	+0.253	11	04.440	64
320	.3838	58	+0.031	67	01.791	107	.4218	56	+0.092	59	02.623	113	.2709	82	+0.264	4	04.504	67
330	.3780	65	−0.036	63	01.898	103	.4162	41	+0.151	55	02.736	109	.2791	105	+0.268	3	04.571	69
340	.3715	68	−0.099	58	02.001	100	.4121	25	+0.206	48	02.845	107	.2896	126	+0.265	10	04.640	73
350	.3647	69	−0.157	52	02.101	98	.4096	8	+0.254	40	02.952	107	.3022	145	+0.255	17	04.713	78
360	.3578		−0.209		02.199		.4088		+0.294		03.059		.3167		+0.238		04.791	

(282) Clorinde: T 1902.967, e 0.0809, M 7°13′, a 2.339, ω 294 41, μ 100.″62, Ω 144 40, i 9 1.5, U 3.ª578

(283) Emma: T 1901.379, e 0.1525, M 249°24′, a 3.042, ω 49 53, μ 67.″84, Ω 305 42.5, i 8 2.4, U 5.ª306

(284) Amalia: T 1903.159, e 0.2212, M 245°41′, a 2.359, ω 55 38, μ 99.″34, Ω 233 54, i 8 4, U 3.ª624

l	(286) Iclea log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4937	40	−0.511	137	01.577	157
10	.4897	39	−0.648	115	01.734	154
20	.4858	34	−0.763	91	01.888	152
30	.4824	27	−0.854	65	02.040	150
40	.4797	15	−0.919	39	02.190	148
50	.4782	1	−0.958	13	02.338	148
60	.4781	13	−0.971	13	02.486	148
70	.4794	25	−0.958	40	02.634	149
80	.4819	36	−0.918	67	02.783	152
90	.4855	43	−0.851	92	02.935	154
100	.4898	47	−0.759	117	03.089	157
110	.4945	45	−0.642	140	03.246	161
120	.4990	39	−0.502	159	03.407	164
130	.5029	29	−0.343	172	03.571	167
140	.5058	16	−0.171	180	03.738	168
150	.5074	1	+0.009	180	03.906	169
160	.5075	13	+0.189	173	04.075	168
170	.5062	25	+0.362	160	04.243	168
180	.5037	32	+0.522	141	04.411	165
190	.5005	35	+0.663	119	04.576	163
200	.4970	33	+0.782	94	04.739	160
210	.4937	29	+0.876	66	04.899	157
220	.4908	21	+0.942	39	05.056	156
230	.4887	8	+0.981	12	05.212	154
240	.4879	2	+0.993	13	05.366	155
250	.4881	11	+0.980	47	05.521	155
260	.4892	20	+0.933	71	05.676	156
270	.4912	26	+0.862	96	05.832	157
280	.4938	28	+0.766	121	05.989	160
290	.4966	26	+0.645	143	06.149	162
300	.4992	18	+0.502	160	06.311	163
310	.5010	9	+0.342	172	06.474	165
320	.5019	3	+0.170	178	06.639	164
330	.5016	16	−0.008	178	06.803	164
340	.5000	27	−0.186	170	06.967	163
350	.4973	36	−0.356	155	07.130	160
360	.4937		−0.511		07.290	

T 1903.022 e 0.0130
M 63° 42′ a 3.196
ω 239 48 μ 63°.01
Ω 149 32
i 17 54 U 5ª.713

l	(287) Nephthys log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3710	5	−0.255	53	00.765	102
10	.3715	4	−0.308	44	00.867	102
20	.3719	5	−0.352	34	00.969	101
30	.3724	6	−0.386	22	01.070	102
40	.3730	8	−0.408	9	01.172	103
50	.3738	8	−0.417	2	01.275	103
60	.3746	9	−0.415	15	01.378	103
70	.3755	9	−0.400	28	01.481	104
80	.3764	9	−0.372	39	01.585	105
90	.3773	7	−0.333	50	01.690	105
100	.3780	4	−0.283	59	01.795	105
110	.3784	1	−0.224	65	01.900	105
120	.3783	6	−0.159	71	02.005	105
130	.3777	12	−0.088	73	02.110	104
140	.3765	18	−0.015	73	02.214	103
150	.3747	23	+0.058	70	02.317	103
160	.3724	26	+0.128	66	02.420	102
170	.3698	28	+0.194	59	02.522	100
180	.3670	28	+0.253	50	02.622	99
190	.3642	26	+0.303	41	02.721	98
200	.3616	23	+0.344	30	02.819	97
210	.3593	19	+0.374	19	02.916	96
220	.3574	13	+0.393	8	03.012	95
230	.3561	5	+0.401	4	03.107	95
240	.3556	1	+0.397	15	03.202	94
250	.3557	6	+0.382	27	03.296	95
260	.3563	12	+0.355	37	03.391	95
270	.3575	16	+0.318	47	03.486	95
280	.3591	18	+0.271	56	03.581	96
290	.3609	19	+0.215	62	03.677	98
300	.3628	19	+0.153	67	03.775	99
310	.3647	18	+0.086	71	03.874	99
320	.3665	15	+0.015	72	03.973	100
330	.3680	12	−0.057	70	04.073	100
340	.3692	10	−0.127	67	04.173	101
350	.3702	8	−0.194	61	04.274	101
360	.3710		−0.255		04.375	

T 1899.298 e 0.0232
M 311° 53′ a 2.354
ω 117 32 μ 99°.70
Ω 142 6
i 10 1.4 U 3ª.610

l	(288) Glauke log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5138	54	−0.212	22	01.638	186
10	.5192	21	−0.234	13	01.824	188
20	.5213	13	−0.247	4	02.012	189
30	.5200	46	−0.251	6	02.201	186
40	.5154	77	−0.245	14	02.387	181
50	.5077	103	−0.231	23	02.568	173
60	.4974	124	−0.208	28	02.741	165
70	.4850	141	−0.180	33	02.906	155
80	.4709	152	−0.147	36	03.061	145
90	.4557	158	−0.111	36	03.206	134
100	.4399	159	−0.075	37	03.340	126
110	.4240	154	−0.038	35	03.466	116
120	.4086	145	−0.003	32	03.582	109
130	.3941	133	+0.029	30	03.691	102
140	.3808	119	+0.059	27	03.793	96
150	.3689	101	+0.086	23	03.889	92
160	.3588	82	+0.109	19	03.981	88
170	.3506	60	+0.128	16	04.069	85
180	.3446	38	+0.144	11	04.154	82
190	.3408	15	+0.155	8	04.236	82
200	.3393	8	+0.163	3	04.318	82
210	.3401	31	+0.166	1	04.400	83
220	.3432	53	+0.165	5	04.483	84
230	.3485	75	+0.160	10	04.567	87
240	.3560	97	+0.150	13	04.654	90
250	.3657	114	+0.137	19	04.744	95
260	.3771	130	+0.118	22	04.839	100
270	.3901	144	+0.096	27	04.939	107
280	.4045	153	+0.069	31	05.046	114
290	.4198	159	+0.038	35	05.160	123
300	.4357	161	+0.003	37	05.283	132
310	.4518	156	−0.034	39	05.415	142
320	.4674	145	−0.073	39	05.557	153
330	.4819	129	−0.112	37	05.710	162
340	.4948	108	−0.149	34	05.872	172
350	.5056	82	−0.183	29	06.044	179
360	.5138		−0.212		06.223	

T 1904.281 e 0.2065
M 356° 15′ a 2.760
ω 80 21 μ 78°.52
Ω 120 58
i 4 20 U 4ª.585

(289) Nenetta

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3595	6	+0.012	47	98.119	88
10	.3589	15	−0.035	46	98.207	88
20	.3604	35	−0.081	44	98.295	89
30	.3639	56	−0.125	41	98.384	92
40	.3695	76	−0.166	39	98.476	94
50	.3771	95	−0.205	35	98.570	97
60	.3866	113	−0.240	30	98.667	103
70	.3979	129	−0.270	24	98.770	109
80	.4108	143	−0.294	16	98.879	115
90	.4251	153	−0.310	9	98.994	123
100	.4404	158	−0.319	1	99.117	133
110	.4562	160	−0.318	11	99.250	143
120	.4722	156	−0.307	22	99.393	154
130	.4878	147	−0.285	34	99.547	165
140	.5025	129	−0.251	46	99.712	176
150	.5154	106	−0.205	55	99.888	186
160	.5260	77	−0.150	64	00.074	193
170	.5337	44	−0.086	69	00.267	199
180	.5381	9	−0.017	70	00.466	202
190	.5390	28	+0.053	68	00.668	201
200	.5362	62	+0.121	62	00.869	196
210	.5300	92	+0.183	53	01.065	190
220	.5208	117	+0.236	42	01.255	181
230	.5091	137	+0.278	30	01.436	171
240	.4954	150	+0.308	18	01.607	160
250	.4804	158	+0.326	6	01.767	149
260	.4646	158	+0.332	4	01.916	138
270	.4488	155	+0.328	14	02.054	129
280	.4333	147	+0.314	22	02.183	119
290	.4186	135	+0.292	29	02.302	112
300	.4051	121	+0.263	34	02.414	107
310	.3930	105	+0.229	39	02.521	100
320	.3825	87	+0.190	42	02.621	96
330	.3738	67	+0.148	44	02.717	93
340	.3671	48	+0.104	46	02.810	90
350	.3623	28	+0.058	46	02.900	89
360	.3595		+0.012		02.989	

T 1904.007 *e* 0.2046
M 70° 18′ *a* 2.873
ω 185 12 *μ* 73°.94
Ω 182 29
i 6 39.6 *U* $4^a.870$

(291) Alice

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3522	21	−0.024	11	01.753	102
10	.3501	23	−0.035	10	01.855	99
20	.3478	24	−0.045	9	01.954	95
30	.3454	24	−0.054	7	02.049	93
40	.3430	24	−0.061	5	02.142	90
50	.3406	24	−0.066	3	02.232	86
60	.3382	22	−0.069	0	02.318	84
70	.3360	20	−0.069	0	02.402	82
80	.3340	17	−0.069	3	02.484	80
90	.3323	13	−0.066	6	02.564	79
100	.3310	10	−0.060	7	02.643	78
110	.3300	7	−0.053	8	02.721	76
120	.3293	2	−0.045	9	02.797	76
130	.3291	2	−0.036	11	02.873	76
140	.3293	6	−0.025	12	02.949	76
150	.3299	9	−0.013	12	03.025	77
160	.3308	13	−0.001	12	03.102	78
170	.3321	17	+0.011	12	03.180	80
180	.3338	19	+0.023	11	03.260	82
190	.3357	21	+0.034	10	03.342	83
200	.3378	24	+0.044	9	03.425	86
210	.3402	24	+0.053	8	03.511	90
220	.3426	24	+0.061	6	03.601	92
230	.3450	23	+0.067	3	03.693	95
240	.3473	23	+0.070	1	03.788	98
250	.3496	21	+0.071	0	03.886	101
260	.3517	18	+0.071	2	03.987	104
270	.3535	15	+0.069	5	04.091	106
280	.3550	11	+0.064	7	04.197	103
290	.3561	7	+0.057	9	04.305	110
300	.3568	3	+0.048	10	04.415	111
310	.3571	1	+0.038	12	04.526	110
320	.3570	6	+0.026	12	04.636	110
330	.3564	11	+0.014	13	04.746	109
340	.3553	14	+0.001	13	04.855	107
350	.3539	17	−0.012	12	04.962	104
360	.3522		−0.024		05.066	

T 1903.241 *e* 0.0937
M 39° 19′ *a* 2.222
ω 329 53 *μ* 108°.69
Ω 161 0.5
i 1 50.6 *U* $3^a.313$

(294) Felicia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3962	117	−0.186	38	96.558	104
10	.4079	138	−0.224	34	96.662	110
20	.4217	157	−0.258	29	96.772	118
30	.4374	173	−0.287	23	96.890	127
40	.4547	185	−0.310	15	97.017	137
50	.4732	193	−0.325	7	97.154	151
60	.4925	195	−0.332	4	97.305	165
70	.5120	190	−0.328	16	97.470	180
80	.5310	178	−0.312	29	97.650	196
90	.5488	158	−0.283	41	97.846	211
100	.5646	129	−0.242	54	98.057	226
110	.5775	93	−0.188	65	98.283	238
120	.5868	52	−0.123	71	98.521	246
130	.5920	6	−0.052	74	98.767	249
140	.5926	39	+0.022	73	99.016	248
150	.5887	82	+0.095	68	99.264	241
160	.5805	119	+0.163	59	99.505	230
170	.5686	150	+0.222	46	99.735	216
180	.5536	173	+0.268	33	99.951	201
190	.5363	188	+0.301	20	00.152	184
200	.5175	195	+0.321	8	00.336	169
210	.4980	194	+0.329	2	00.505	154
220	.4786	189	+0.327	12	00.659	141
230	.4597	177	+0.315	20	00.800	130
240	.4420	162	+0.295	26	00.930	120
250	.4258	144	+0.269	32	01.050	112
260	.4114	123	+0.237	36	01.162	105
270	.3991	100	+0.201	40	01.267	100
280	.3891	77	+0.161	42	01.367	96
290	.3814	53	+0.119	44	01.463	93
300	.3761	28	+0.075	44	01.556	91
310	.3733	3	+0.031	45	01.647	91
320	.3730	21	−0.014	45	01.738	91
330	.3751	46	−0.059	44	01.829	93
340	.3797	70	−0.103	43	01.922	95
350	.3867	95	−0.146	40	02.017	98
360	.3962		−0.186		02.115	

T 1901.598 *e* 0.2482
M 353° 2′ *a* 3.138
ω 179 28 *μ* 64°.77
Ω 136 56
i 6 15 *U* $5^a.557$

(295) Theresia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3992	97	+0.116	2	00.242	104
10	.3895	84	+0.114	4	00.346	100
20	.3811	67	+0.110	7	00.446	96
30	.3744	49	+0.103	11	00.542	93
40	.3695	30	+0.092	12	00.635	92
50	.3665	11	+0.080	14	00.727	91
60	.3654	8	+0.066	16	00.818	91
70	.3662	26	+0.050	17	00.909	91
80	.3688	45	+0.033	18	01.000	93
90	.3733	63	+0.015	20	01.093	96
100	.3796	79	−0.005	20	01.189	99
110	.3875	94	−0.025	20	01.288	102
120	.3969	108	−0.045	19	01.390	108
130	.4077	118	−0.064	19	01.498	113
140	.4195	126	−0.083	17	01.611	120
150	.4321	129	−0.100	16	01.731	127
160	.4450	130	−0.116	12	01.858	135
170	.4580	127	−0.128	9	01.993	143
180	.4707	118	−0.137	5	02.136	151
190	.4825	106	−0.142	0	02.287	160
200	.4931	89	−0.142	5	02.447	167
210	.5020	68	−0.137	10	02.614	173
220	.5088	44	−0.127	15	02.787	178
230	.5132	18	−0.112	19	02.965	180
240	.5150	10	−0.093	22	03.145	180
250	.5140	36	−0.071	26	03.325	179
260	.5104	61	−0.045	26	03.504	175
270	.5043	84	−0.019	26	03.679	168
280	.4959	102	+0.007	24	03.847	162
290	.4857	116	+0.031	23	04.009	154
300	.4741	126	+0.054	20	04.163	146
310	.4615	132	+0.074	15	04.309	137
320	.4483	132	+0.089	12	04.446	129
330	.4351	128	+0.101	9	04.575	121
340	.4223	121	+0.110	5	04.696	114
350	.4102	110	+0.115	1	04.810	109
360	.3992		+0.116		04.919	

T 1900.941 e 0.1706
M 8° 36′ a 2.797
ω 143 50 μ 76″.97
Ω 277 24
i 2 40.4 U 4ª.677

(297) Caecilia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4461	61	+0.166	58	02.202	126
10	.4522	72	+0.224	54	02.328	130
20	.4594	83	+0.278	48	02.458	134
30	.4677	93	+0.326	40	02.592	140
40	.4770	99	+0.366	31	02.732	147
50	.4869	103	+0.397	20	02.879	153
60	.4972	105	+0.417	8	03.032	161
70	.5077	105	+0.425	4	03.193	169
80	.5182	99	+0.421	19	03.362	177
90	.5281	90	+0.402	34	03.539	185
100	.5371	78	+0.368	47	03.724	192
110	.5449	61	+0.321	60	03.916	199
120	.5510	41	+0.261	71	04.115	203
130	.5551	19	+0.190	78	04.318	207
140	.5570	6	+0.112	83	04.525	207
150	.5564	31	+0.029	83	04.732	204
160	.5533	54	−0.054	80	04.936	201
170	.5479	71	−0.134	73	05.137	196
180	.5408	87	−0.207	63	05.333	188
190	.5321	100	−0.270	51	05.521	180
200	.5221	108	−0.321	39	05.701	172
210	.5113	111	−0.360	26	05.873	163
220	.5002	110	−0.386	13	06.036	155
230	.4892	106	−0.399	1	06.191	148
240	.4786	98	−0.400	11	06.339	141
250	.4688	89	−0.389	21	06.480	135
260	.4599	76	−0.368	30	06.615	130
270	.4523	63	−0.338	39	06.745	125
280	.4460	50	−0.299	46	06.870	123
290	.4410	36	−0.253	52	06.993	120
300	.4374	21	−0.201	57	07.113	119
310	.4353	7	−0.144	60	07.232	117
320	.4346	8	−0.084	63	07.349	118
330	.4354	22	−0.021	63	07.467	119
340	.4376	36	+0.042	63	07.586	120
350	.4412	49	+0.105	61	07.706	123
360	.4461		+0.166		07.829	

T 1902.912 e 0.1397
M 75° 7′ a 3.164
ω 347 45 μ 63″.97
Ω 333 27
i 7 34.9 U 5ª.627

(298) Baptistina

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3844	55	−0.037	47	00.903	108
10	.3789	65	+0.010	44	01.011	106
20	.3724	72	+0.054	41	01.117	102
30	.3652	77	+0.095	38	01.219	98
40	.3575	78	+0.133	32	01.317	95
50	.3497	77	+0.165	26	01.412	92
60	.3420	74	+0.191	19	01.504	89
70	.3346	67	+0.210	13	01.593	86
80	.3279	58	+0.223	6	01.679	83
90	.3221	49	+0.229	0	01.762	81
100	.3172	38	+0.229	7	01.843	79
110	.3134	26	+0.222	13	01.922	79
120	.3108	14	+0.209	18	02.001	78
130	.3094	2	+0.191	24	02.079	78
140	.3092	10	+0.167	29	02.157	77
150	.3102	21	+0.138	32	02.234	78
160	.3123	31	+0.106	36	02.312	79
170	.3154	41	+0.070	38	02.391	81
180	.3195	49	+0.032	40	02.472	82
190	.3244	56	−0.008	41	02.554	84
200	.3300	62	−0.049	41	02.638	87
210	.3362	66	−0.090	39	02.725	89
220	.3428	68	−0.129	36	02.814	92
230	.3496	69	−0.165	33	02.906	95
240	.3565	68	−0.198	28	03.001	98
250	.3633	66	−0.226	20	03.099	102
260	.3699	61	−0.246	13	03.201	104
270	.3760	55	−0.259	6	03.305	106
280	.3815	47	−0.265	3	03.411	109
290	.3862	37	−0.262	11	03.520	111
300	.3899	26	−0.251	20	03.631	113
310	.3925	12	−0.231	28	03.744	114
320	.3937	2	−0.203	35	03.858	114
330	.3935	17	−0.168	40	03.972	114
340	.3918	31	−0.128	44	04.086	113
350	.3887	43	−0.084	47	04.199	110
360	.3844		−0.037		04.309	

T 1902.091 e 0.0968
M 352° 45′ a 2.264
ω 132 13 μ 105″.68
Ω 8 0
i 6 17.7 U 3ª.406

l	(299) Thora						(300) Geraldina						(303) Josephina					
	log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.3620		+0.056		01.895		.4906		−0.028		02.150		.4764		+0.092		00.153	
		19		6		94		20		6		149		43		59		142
10	.3601		+0.050		01.989		.4926		−0.022		02.299		.4721		+0.151		00.295	
		11		8		93		24		6		151		38		52		138
20	.3590		+0.042		02.082		.4950		−0.016		02.450		.4683		+0.203		00.433	
		3		8		94		28		7		153		32		46		136
30	.3587		+0.034		02.176		.4978		−0.009		02.603		.4651		+0.249		00.569	
		5		10		93		30		7		155		24		39		134
40	.3592		+0.024		02.269		.5008		−0.002		02.758		.4627		+0.288		00.703	
		12		11		93		31		7		157		15		30		133
50	.3604		+0.013		02.362		.5039		+0.005		02.915		.4612		+0.318		00.836	
		19		11		94		32		8		158		6		20		133
60	.3623		+0.002		02.456		.5071		+0.013		03.073		.4606		+0.338		00.969	
		25		11		95		32		7		161		4		11		133
70	.3648		−0.009		02.551		.5103		+0.020		03.234		.4610		+0.349		01.102	
		31		11		97		31		7		164		15		2		133
80	.3679		−0.020		02.648		.5134		+0.027		03.398		.4625		+0.351		01.235	
		36		11		98		29		6		167		24		8		134
90	.3715		−0.031		02.746		.5163		+0.033		03.565		.4649		+0.343		01.369	
		41		10		100		25		5		168		34		19		136
100	.3756		−0.041		02.846		.5188		+0.038		03.733		.4683		+0.324		01.505	
		44		9		102		21		4		170		42		28		139
110	.3800		−0.050		02.948		.5209		+0.042		03.903		.4725		+0.296		01.644	
		46		7		103		17		3		172		48		38		141
120	.3846		−0.057		03.051		.5226		+0.045		04.075		.4773		+0.258		01.785	
		46		6		106		12		1		173		51		46		144
130	.3892		−0.063		03.157		.5238		+0.046		04.248		.4824		+0.212		01.929	
		46		4		108		6		1		174		54		53		148
140	.3938		−0.067		03.265		.5244		+0.045		04.422		.4878		+0.159		02.077	
		43		2		110		0		2		174		55		58		152
150	.3981		−0.069		03.375		.5244		+0.043		04.596		.4933		+0.101		02.229	
		38		0		113		5		3		173		54		63		156
160	.4019		−0.069		03.488		.5239		+0.040		04.769		.4987		+0.038		02.385	
		33		2		115		11		4		173		51		68		160
170	.4052		−0.067		03.603		.5228		+0.036		04.942		.5038		−0.030		02.545	
		28		4		116		17		5		171		46		70		163
180	.4080		−0.063		03.719		.5211		+0.031		05.113		.5084		−0.100		02.708	
		21		6		117		22		7		170		39		67		166
190	.4101		−0.057		03.836		.5189		+0.024		05.283		.5123		−0.167		02.874	
		12		9		119		25		7		168		32		60		170
200	.4113		−0.048		03.955		.5164		+0.017		05.451		.5155		−0.227		03.044	
		4		10		119		28		7		166		25		54		172
210	.4117		−0.038		04.074		.5136		+0.010		05.617		.5180		−0.281		03.216	
		4		11		119		31		8		165		16		47		173
220	.4113		−0.027		04.193		.5105		+0.002		05.782		.5196		−0.328		03.389	
		13		12		118		33		8		162		6		36		174
230	.4100		−0.015		04.311		.5072		−0.006		05.944		.5202		−0.364		03.563	
		21		13		117		32		7		159		2		24		174
240	.4079		−0.002		04.428		.5040		−0.013		06.103		.5200		−0.388		03.737	
		28		12		116		31		7		157		9		11		174
250	.4051		+0.010		04.544		.5009		−0.020		06.260		.5191		−0.399		03.911	
		34		12		114		30		6		155		16		1		173
260	.4017		+0.022		04.658		.4979		−0.026		06.415		.5175		−0.398		04.084	
		40		11		112		27		5		153		23		14		171
270	.3977		+0.033		04.770		.4952		−0.031		06.568		.5152		−0.384		04.255	
		44		9		111		24		5		151		29		26		169
280	.3933		+0.042		04.881		.4928		−0.036		06.719		.5123		−0.358		04.424	
		46		8		108		20		3		149		34		36		166
290	.3887		+0.050		04.989		.4908		−0.039		06.868		.5089		−0.322		04.590	
		46		7		106		17		2		148		39		46		164
300	.3841		+0.057		05.095		.4891		−0.041		07.016		.5050		−0.276		04.754	
		45		4		104		11		1		147		44		55		161
310	.3796		+0.061		05.199		.4880		−0.042		07.163		.5006		−0.221		04.915	
		44		3		101		4		0		147		48		59		157
320	.3752		+0.064		05.300		.4876		−0.042		07.310		.4958		−0.162		05.072	
		41		1		99		0		2		146		49		62		154
330	.3711		+0.065		05.399		.4876		−0.040		07.456		.4909		−0.100		05.226	
		36		1		98		5		3		147		49		64		151
340	.3675		+0.064		05.497		.4881		−0.037		07.603		.4860		−0.036		05.377	
		30		3		96		10		4		147		49		65		147
350	.3645		+0.061		05.593		.4891		−0.033		07.750		.4811		+0.029		05.524	
		25		5		96		15		5		148		47		63		144
360	.3620		+0.056		05.689		.4906		−0.028		07.898		.4764		+0.092		05.668	

	(299) Thora		(300) Geraldina		(303) Josephina	
	T 1903.050	e 0.0610	T 1895.520	e 0.0427	T 1902.092	e 0.0684
	M 83°26′	a 2.433	M 336°45′	a 3.209	M 75°32′	a 3.121
	ω 147 38	μ 94″.88	ω 282 59	μ 62″.63	ω 72 19	μ 65″.28
	Ω 241 51		Ω 42 17		Ω 345 14	
	i 1 35.3	U 3ª.794	i 0 47	U 5ª.748	i 6 55	U 5ª.515

(304) Olga

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2821	65	−0.196	89	00.571	71
10	.2886	80	−0.285	84	00.642	74
20	.2966	97	−0.369	77	00.716	77
30	.3063	115	−0.446	69	00.793	80
40	.3178	131	−0.515	59	00.873	85
50	.3309	147	−0.574	45	00.958	90
60	.3456	161	−0.619	31	01.048	97
70	.3617	171	−0.650	14	01.145	105
80	.3788	177	−0.664	7	01.250	114
90	.3965	175	−0.657	30	01.364	124
100	.4140	166	−0.627	54	01.488	133
110	.4306	146	−0.573	79	01.621	144
120	.4452	116	−0.494	104	01.765	152
130	.4568	76	−0.390	125	01.917	159
140	.4644	30	−0.265	138	02.076	164
150	.4674	20	−0.127	144	02.240	164
160	.4654	69	+0.017	141	02.404	161
170	.4585	114	+0.158	128	02.565	154
180	.4471	150	+0.286	110	02.719	144
190	.4321	174	+0.396	88	02.863	134
200	.4147	189	+0.484	64	02.997	124
210	.3958	194	+0.548	42	03.121	113
220	.3764	188	+0.590	21	03.234	103
230	.3576	176	+0.611	1	03.337	95
240	.3400	161	+0.612	16	03.432	88
250	.3239	140	+0.596	30	03.520	82
260	.3099	118	+0.566	42	03.602	78
270	.2981	96	+0.524	54	03.680	74
280	.2885	73	+0.470	64	03.754	70
290	.2812	52	+0.406	72	03.824	69
300	.2760	32	+0.334	79	03.893	68
310	.2728	13	+0.255	85	03.961	67
320	.2715	4	+0.170	89	04.028	67
330	.2719	19	+0.081	92	04.095	66
340	.2738	34	−0.011	93	04.161	68
350	.2772	49	−0.104	92	04.229	69
360	.2821		−0.196		04.298	

T 1902.036 e 0.2215
M 161° 50′ a 2.404
ω 169 52 μ 96″.60
Ω 158 47
i 15 47.4 U 3ª.727

(305) Gordonia

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4893	153	+0.123	40	00.336	150
10	.4740	149	+0.083	40	00.486	139
20	.4591	141	+0.043	39	00.625	130
30	.4450	129	+0.004	37	00.755	121
40	.4321	116	−0.033	33	00.876	113
50	.4205	99	−0.066	30	00.989	109
60	.4106	80	−0.096	27	01.098	106
70	.4026	60	−0.123	22	01.204	102
80	.3966	39	−0.145	19	01.306	100
90	.3927	16	−0.164	14	01.406	98
100	.3911	6	−0.178	9	01.504	98
110	.3917	28	−0.187	5	01.602	99
120	.3945	51	−0.192	0	01.701	100
130	.3996	72	−0.192	5	01.801	104
140	.4068	92	−0.187	11	01.905	108
150	.4160	111	−0.176	15	02.013	113
160	.4271	126	−0.161	21	02.126	119
170	.4397	140	−0.140	27	02.245	127
180	.4537	149	−0.113	31	02.372	135
190	.4686	154	−0.082	37	02.507	145
200	.4840	155	−0.045	41	02.652	156
210	.4995	152	−0.004	43	02.808	167
220	.5147	142	+0.039	46	02.975	179
230	.5289	126	+0.085	45	03.154	191
240	.5415	105	+0.130	43	03.345	201
250	.5520	80	+0.173	39	03.546	210
260	.5600	52	+0.212	31	03.756	216
270	.5652	21	+0.243	23	03.972	220
280	.5673	12	+0.266	13	04.192	221
290	.5661	44	+0.279	3	04.413	217
300	.5617	73	+0.282	9	04.630	212
310	.5544	98	+0.273	17	04.842	203
320	.5446	120	+0.256	26	05.045	194
330	.5326	135	+0.230	32	05.239	183
340	.5191	146	+0.198	36	05.422	172
350	.5045	152	+0.162	39	05.594	160
360	.4893		+0.123		05.754	

T 1904.555 e 0.2002
M 201° 39′ a 3.084
ω 250 42 μ 66″.45
Ω 211 2
i 4 25.1 U 5ª.418

(306) Unitas

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3236	83	−0.167	37	00.189	84
10	.3319	94	−0.204	34	00.273	87
20	.3413	103	−0.238	28	00.360	91
30	.3516	110	−0.266	21	00.451	95
40	.3626	114	−0.287	14	00.546	101
50	.3740	113	−0.301	5	00.647	106
60	.3853	110	−0.306	5	00.753	111
70	.3963	104	−0.301	15	00.864	117
80	.4067	92	−0.286	26	00.981	123
90	.4159	76	−0.260	36	01.104	128
100	.4235	56	−0.224	45	01.232	131
110	.4291	33	−0.179	52	01.363	134
120	.4324	8	−0.127	57	01.497	135
130	.4332	17	−0.070	60	01.632	136
140	.4315	41	−0.010	60	01.768	134
150	.4274	64	+0.050	56	01.902	130
160	.4210	85	+0.106	50	02.032	125
170	.4125	101	+0.156	44	02.157	121
180	.4024	111	+0.200	35	02.278	115
190	.3913	118	+0.235	25	02.393	109
200	.3795	120	+0.260	16	02.502	103
210	.3675	117	+0.276	7	02.605	97
220	.3558	111	+0.283	2	02.702	92
230	.3447	102	+0.281	9	02.794	89
240	.3345	91	+0.272	16	02.883	84
250	.3254	79	+0.256	23	02.967	81
260	.3175	64	+0.233	29	03.048	78
270	.3111	48	+0.204	33	03.126	76
280	.3063	32	+0.171	37	03.202	75
290	.3031	16	+0.134	40	03.277	75
300	.3015	1	+0.094	43	03.352	74
310	.3014	15	+0.051	44	03.426	74
320	.3029	31	+0.007	45	03.500	75
330	.3060	45	−0.038	44	03.575	76
340	.3105	59	−0.082	44	03.651	78
350	.3164	72	−0.126	41	03.729	80
360	.3236		−0.167		03.809	

T 1902.202 e 0.1509
M 240° 21′ a 2.358
ω 165 32 μ 99″.44
Ω 141 35
i 7 15.3 U 3ª.620

l	(308) Polyxo log $r \cos b$		$r \sin b$		t		(312) Pierretta log $r \cos b$		$r \sin b$		t		(313) Chaldaea log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.4325	28	+0.007	36	97.885	124	.4398	125	−0.058	77	00.946	133	.4155	132	−0.032	89	99.221	123
10	.4353	29	−0.029	35	98.009	126	.4523	119	+0.019	81	01.079	142	.4023	145	−0.121	79	99.344	115
20	.4382	28	−0.064	34	98.135	127	.4642	109	+0.100	82	01.221	149	.3878	154	−0.200	67	99.459	108
30	.4410	26	−0.098	32	98.262	129	.4751	95	+0.182	80	01.370	155	.3724	154	−0.267	54	99.567	100
40	.4436	25	−0.130	28	98.391	130	.4846	78	+0.262	73	01.525	162	.3570	149	−0.321	41	99.667	94
50	.4461	22	−0.158	22	98.521	132	.4924	57	+0.335	64	01.687	168	.3421	139	−0.362	29	99.761	87
60	.4483	20	−0.180	17	98.653	133	.4981	37	+0.399	51	01.855	171	.3282	125	−0.391	16	99.848	83
70	.4503	17	−0.197	13	98.786	134	.5018	16	+0.450	36	02.026	174	.3157	106	−0.407	5	99.931	78
80	.4520	13	−0.210	5	98.920	135	.5034	5	+0.486	19	02.200	174	.3051	86	−0.412	6	00.009	74
90	.4533	8	−0.215	1	99.055	136	.5029	28	+0.505	0	02.374	172	.2965	63	−0.406	17	00.083	72
100	.4541	4	−0.214	9	99.191	137	.5001	48	+0.505	17	02.546	169	.2902	41	−0.389	25	00.155	71
110	.4545	1	−0.205	15	99.328	136	.4953	66	+0.488	33	02.715	165	.2861	19	−0.364	34	00.226	69
120	.4544	6	−0.190	20	99.464	136	.4887	82	+0.455	47	02.880	159	.2842	3	−0.330	43	00.295	69
130	.4538	10	−0.170	26	99.600	135	.4805	94	+0.408	59	03.039	153	.2845	23	−0.287	50	00.364	70
140	.4528	14	−0.144	30	99.735	135	.4711	105	+0.349	68	03.192	146	.2868	42	−0.237	57	00.434	71
150	.4514	19	−0.114	34	99.870	134	.4606	113	+0.281	73	03.338	140	.2910	59	−0.180	64	00.505	72
160	.4495	23	−0.080	36	00.004	133	.4493	118	+0.208	76	03.478	132	.2969	75	−0.116	69	00.577	75
170	.4472	27	−0.044	37	00.137	131	.4375	118	+0.132	76	03.610	124	.3044	89	−0.047	72	00.652	77
180	.4445	28	−0.007	36	00.268	129	.4257	116	+0.056	74	03.734	118	.3133	98	+0.025	75	00.729	81
190	.4417	29	+0.029	35	00.397	128	.4141	111	−0.018	69	03.852	112	.3231	107	+0.100	76	00.810	85
200	.4388	31	+0.064	33	00.525	126	.4030	102	−0.087	64	03.964	107	.3338	114	+0.176	74	00.895	89
210	.4357	31	+0.097	29	00.651	124	.3928	90	−0.151	57	04.071	102	.3452	120	+0.250	71	00.984	95
220	.4326	29	+0.126	25	00.775	122	.3838	77	−0.208	49	04.173	98	.3572	123	+0.321	65	01.079	100
230	.4297	26	+0.151	21	00.897	120	.3761	62	−0.257	40	04.271	95	.3695	123	+0.386	56	01.179	105
240	.4271	22	+0.172	15	01.017	119	.3699	43	−0.297	32	04.366	93	.3818	122	+0.442	45	01.284	112
250	.4249	18	+0.187	9	01.136	118	.3656	22	−0.329	23	04.459	91	.3940	118	+0.487	32	01.396	118
260	.4231	13	+0.196	4	01.254	118	.3634	2	−0.352	14	04.550	91	.4058	109	+0.519	16	01.514	124
270	.4218	7	+0.200	2	01.372	117	.3632	19	−0.366	4	04.641	91	.4167	95	+0.535	2	01.638	130
280	.4211	2	+0.198	7	01.489	117	.3651	39	−0.370	5	04.732	93	.4262	79	+0.533	21	01.768	136
290	.4209	3	+0.191	14	01.606	118	.3690	59	−0.365	15	04.825	94	.4341	58	+0.512	40	01.904	140
300	.4212	9	+0.177	20	01.724	117	.3749	78	−0.350	24	04.919	98	.4399	33	+0.472	58	02.044	143
310	.4221	14	+0.157	23	01.841	118	.3827	94	−0.326	35	05.017	102	.4432	4	+0.414	74	02.187	145
320	.4235	18	+0.134	27	01.959	119	.3921	108	−0.291	45	05.119	107	.4436	26	+0.340	87	02.332	143
330	.4253	21	+0.107	31	02.078	120	.4029	118	−0.246	54	05.226	112	.4410	57	+0.253	94	02.475	141
340	.4274	24	+0.076	33	02.198	121	.4147	124	−0.192	63	05.338	118	.4353	86	+0.159	96	02.616	136
350	.4298	27	+0.043	36	02.319	122	.4271	127	−0.129	71	05.456	126	.4267	112	+0.063	95	02.752	131
360	.4325		+0.007		02.441		.4398		−0.058		05.582		.4155		−0.032		02.883	

(308) Polyxo		(312) Pierretta		(313) Chaldaea	
T 1902.857	e 0.0387	T 1901.872	e 0.1603	T 1904.117	e 0.1808
M 97° 52′	a 2.748	M 149° 16′	a 2.781	M 8° 9′	a 2.376
ω 108 54	μ 79°.02	ω 256 33	μ 77°.64	ω 313 57	μ 98°.30
Ω 182 0		Ω 7 32		Ω 176 33	
i 4 20.0	U 4a.556	i 9 5	U 4a.636	i 11 36	U 3a.662

l	(314) Rosalia log $r\cos b$	$r\sin b$	t	(315) Constantia log $r\cos b$	$r\sin b$	t	(317) Roxane log $r\cos b$	$r\sin b$	t
0°	.4103	−0.088	02.827	.2777	−0.026	98.482	.3240	−0.032	98.811
	10	97	108	59	14	69	28	9	83
10	.4113	−0.185	02.935	.2836	−0.040	98.551	.3268	−0.041	98.894
	25	93	109	76	12	71	37	9	84
20	.4138	−0.278	03.044	.2912	−0.052	98.622	.3305	−0.050	98.978
	42	87	111	91	11	74	45	7	86
30	.4180	−0.365	03.155	.3003	−0.063	98.696	.3350	−0.057	99.064
	59	80	113	104	10	76	53	6	87
40	.4239	−0.445	03.268	.3107	−0.073	98.772	.3403	−0.063	99.151
	76	69	117	115	9	80	58	4	90
50	.4315	−0.514	03.385	.3222	−0.082	98.852	.3461	−0.067	99.241
	93	58	121	123	7	86	62	2	92
60	.4408	−0.572	03.506	.3345	−0.089	98.938	.3523	−0.069	99.333
	109	46	128	128	4	91	64	0 —	95
70	.4517	−0.618	03.634	.3473	−0.093	99.029	.3587	−0.069	99.428
	124	30	134	128	2 —	96	64	2	97
80	.4641	−0.648	03.768	.3601	−0.095	99.125	.3651	−0.067	99.525
	137	13 —	143	126	2	102	62	4	100
90	.4778	−0.661	03.911	.3727	−0.093	99.227	.3713	−0.063	99.625
	146	6	152	119	4	108	59	6	104
100	.4924	−0.655	04.063	.3846	−0.089	99.335	.3772	−0.057	99.729
	150	28	163	106	8	113	52	8	106
110	.5074	−0.627	04.226	.3952	−0.081	99.448	.3824	−0.049	99.835
	149	50	175	90	11	119	45	11	108
120	.5223	−0.577	04.401	.4042	−0.070	99.567	.3869	−0.038	99.943
	140	73	187	70	14	123	36	12	110
130	.5363	−0.504	04.588	.4112	−0.056	99.690	.3905	−0.026	00.053
	125	96	198	46	16	126	25	12	113
140	.5488	−0.408	04.786	.4158	−0.040	99.816	.3930	−0.014	00.166
	102	117	210	20 —	18	128	13	14	113
150	.5590	−0.291	04.996	.4178	−0.022	99.944	.3943	0.000	00.279
	72	132	217	6	20	130	1 —	14	113
160	.5662	−0.159	05.213	.4172	−0.002	00.074	.3944	+0.014	00.392
	37	142	224	33	19	128	11	12	113
170	.5699	−0.017	05.437	.4139	+0.017	00.202	.3933	+0.026	00.505
	1 —	144	226	57	18	125	23	11	112
180	.5700	+0.127	05.663	.4082	+0.035	00.327	.3910	+0.037	00.617
	36	137	224	80	16	122	34	10	111
190	.5664	+0.264	05.887	.4002	+0.051	00.449	.3876	+0.047	00.728
	69	125	218	98	14	116	43	9	109
200	.5595	+0.389	06.105	.3904	+0.065	00.565	.3833	+0.056	00.837
	97	106	210	113	11	111	52	7	106
210	.5498	+0.495	06.315	.3791	+0.076	00.676	.3781	+0.063	00.943
	121	83	200	124	8	105	58	5	104
220	.5377	+0.578	06.515	.3667	+0.084	00.781	.3723	+0.068	01.047
	136	59	188	128	4	99	62	2	101
230	.5241	+0.637	06.703	.3539	+0.088	00.880	.3661	+0.070	01.148
	143	34	177	129	2 —	93	64	0 —	98
240	.5098	+0.671	06.880	.3410	+0.090	00.973	.3597	+0.070	01.246
	145	12 —	165	127	1	88	64	2	95
250	.4953	+0.683	07.045	.3283	+0.089	01.061	.3533	+0.068	01.341
	141	9	155	120	3	83	62	4	93
260	.4812	+0.674	07.200	.3163	+0.086	01.144	.3471	+0.064	01.434
	133	28	146	109	5	79	58	5	90
270	.4679	+0.646	07.346	.3054	+0.081	01.223	.3413	+0.059	01.524
	122	44	136	97	8	75	53	7	88
280	.4557	+0.602	07.482	.2957	+0.073	01.298	.3360	+0.052	01.612
	109	59	129	84	9	72	47	9	86
290	.4448	+0.543	07.611	.2873	+0.064	01.370	.3313	+0.043	01.698
	94	71	124	68	11	70	39	10	84
300	.4354	+0.472	07.735	.2805	+0.053	01.440	.3274	+0.033	01.782
	79	80	119	51	12	68	30	10	82
310	.4275	+0.392	07.854	.2754	+0.041	01.508	.3244	+0.023	01.864
	65	88	115	33	12	66	21	11	82
320	.4210	+0.304	07.969	.2721	+0.029	01.574	.3223	+0.012	01.946
	49	94	112	14 —	13	65	11	12	81
330	.4161	+0.210	08.081	.2707	+0.016	01.639	.3212	0.000	02.027
	35	99	110	5	14	66	1 —	12	81
340	.4126	+0.111	08.191	.2712	+0.002	01.705	.3211	−0.012	02.108
	19	99	108	23	14	66	9	11	81
350	.4107	+0.012	08.299	.2735	−0.012	01.771	.3220	−0.023	02.189
	4	100	108	42	14	67	20	9	81
360	.4103	−0.088	08.407	.2777	−0.026	01.838	.3240	−0.032	02.270

(314) Rosalia		(315) Constantia		(317) Roxane	
T 1903.952	e 0.1825	T 1891.677	e 0.1680	T 1904.226	e 0.0844
M 75° 17'	a 3.146	M 9° 28'	a 2.242	M 223° 53'	a 2.287
ω 185 4	μ 64".52	ω 171 22	μ 107".27	ω 185 10	μ 104".09
Ω 171 10		Ω 161 14		Ω 150 43	
i 12 33	U 5ª.580	i 2 24.6	U 3ª.356	i 1 45.4	U 3ª.459

(318) Magdalena

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.4980		−0.175		97.911	
		54		91		154
10	.4926		−0.266		98.065	
		52		81		151
20	.4874		−0.347		98.216	
		48		69		148
30	.4826		−0.416		98.364	
		42		56		144
40	.4784		−0.472		98.508	
		33		41		141
50	.4751		−0.513		98.649	
		24		27		140
60	.4727		−0.540		98.789	
		12		12		139
70	.4715		−0.552		98.928	
		0		4		139
80	.4715		−0.548		99.067	
		11		20		139
90	.4726		−0.528		99.206	
		23		34		139
100	.4749		−0.494		99.345	
		33		48		141
110	.4782		−0.446		99.486	
		41		62		144
120	.4823		−0.384		99.630	
		46		75		148
130	.4869		−0.309		99.778	
		50		86		151
140	.4919		−0.223		99.929	
		52		94		154
150	.4971		−0.129		00.083	
		51		101		157
160	.5022		−0.028		00.240	
		47		104		161
170	.5069		+0.076		00.401	
		42		104		165
180	.5111		+0.180		00.566	
		37		100		168
190	.5148		+0.280		00.734	
		32		92		171
200	.5180		+0.372		00.905	
		26		82		173
210	.5206		+0.454		01.078	
		20		69		174
220	.5226		+0.523		01.252	
		15		53		176
230	.5241		+0.576		01.428	
		11		34		177
240	.5252		+0.610		01.605	
		6		15		178
250	.5258		+0.625		01.783	
		2		4		178
260	.5260		+0.621		01.961	
		2		24		178
270	.5258		+0.597		02.139	
		6		42		177
280	.5252		+0.555		02.316	
		12		59		176
290	.5240		+0.496		02.492	
		18		75		176
300	.5222		+0.421		02.668	
		25		88		174
310	.5197		+0.333		02.842	
		32		97		172
320	.5165		+0.236		03.014	
		38		103		169
330	.5127		+0.133		03.183	
		44		105		166
340	.5083		+0.028		03.349	
		50		104		162
350	.5033		−0.076		03.511	
		53		99		159
360	.4980		−0.175		03.670	

T 1903.734 e 0.0629
M 294° 50′ a 3.213
ω 273 42 μ 62°.51
Ω 162 41
i 10 33.6 U $5^{a}.759$

(321) Florentina

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.4538		−0.085		01.190	
		31		19		131
10	.4507		−0.066		01.321	
		29		21		130
20	.4478		−0.045		01.451	
		25		22		128
30	.4453		−0.023		01.579	
		22		22		127
40	.4431		−0.001		01.706	
		17		22		125
50	.4414		+0.021		01.831	
		11		21		125
60	.4403		+0.042		01.956	
		6		20		124
70	.4397		+0.062		02.080	
		1		18		124
80	.4396		+0.080		02.204	
		5		15		124
90	.4401		+0.095		02.328	
		11		13		125
100	.4412		+0.108		02.453	
		16		10		126
110	.4428		+0.118		02.579	
		22		7		126
120	.4450		+0.125		02.705	
		26		3		128
130	.4476		+0.128		02.833	
		29		1		130
140	.4505		+0.127		02.963	
		33		5		132
150	.4538		+0.122		03.095	
		35		8		134
160	.4573		+0.114		03.229	
		36		12		136
170	.4609		+0.102		03.365	
		36		15		138
180	.4645		+0.087		03.503	
		35		18		140
190	.4680		+0.069		03.643	
		31		21		142
200	.4711		+0.048		03.785	
		27		22		144
210	.4738		+0.026		03.929	
		23		24		146
220	.4761		+0.002		04 075	
		18		24		148
230	.4779		−0.022		04.223	
		12		24		148
240	.4791		−0.046		04.371	
		5		22		149
250	.4796		−0.068		04.520	
		1		19		149
260	.4795		−0.087		04.669	
		7		17		149
270	.4788		−0.104		04.818	
		14		14		149
280	.4774		−0.118		04.967	
		19		10		147
290	.4755		−0.128		05.114	
		24		5		146
300	.4731		−0.133		05.260	
		27		1		144
310	.4704		−0.134		05.404	
		31		2		142
320	.4673		−0.132		05.546	
		33		7		140
330	.4640		−0.125		05.686	
		35		10		138
340	.4605		−0.115		05.824	
		34		13		136
350	.4571		−0.102		05.960	
		33		17		133
360	.4538		−0.085		06.093	

T 1903.131 e 0.0463
M 72° 55′ a 2.886
ω 33 59 μ 73°.42
Ω 40 40
i 2 36.9 U $4^{a}.903$

(322) Phaeo

l	log r cos b		r sin b		t	
0°	.3185		+0.280		00.687	
		4		18		75
10	.3189		+0.262		00.762	
		31		25		76
20	.3220		+0.237		00.838	
		58		31		77
30	.3278		+0.206		00.915	
		83		37		80
40	.3361		+0.169		00.995	
		106		44		84
50	.3467		+0.125		01.079	
		128		49		88
60	.3595		+0.076		01.167	
		147		55		94
70	.3742		+0.021		01.261	
		162		59		101
80	.3904		−0.038		01.362	
		174		63		109
90	.4078		−0.101		01.471	
		182		65		118
100	.4260		−0.166		01.589	
		186		65		129
110	.4446		−0.231		01.718	
		183		64		140
120	.4629		−0.295		01.858	
		176		58		152
130	.4805		−0.353		02.010	
		162		50		165
140	.4967		−0.403		02.175	
		142		39		176
150	.5109		−0.442		02.351	
		115		24		188
160	.5224		−0.466		02.539	
		83		7		196
170	.5307		−0.473		02.735	
		46		11		202
180	.5353		−0.462		02.937	
		7		30		205
190	.5360		−0.432		03.142	
		34		47		204
200	.5326		−0.385		03.346	
		73		61		198
210	.5253		−0.324		03.544	
		109		70		190
220	.5144		−0.254		03.734	
		141		76		180
230	.5003		−0.178		03.914	
		166		77		167
240	.4837		−0.101		04.081	
		183		75		155
250	.4654		−0.026		04.236	
		192		69		142
260	.4462		+0.043		04.378	
		196		62		129
270	.4266		+0.105		04.507	
		193		54		118
280	.4073		+0.159		04.625	
		183		45		108
290	.3890		+0.204		04.733	
		168		35		100
300	.3722		+0.239		04.833	
		150		27		93
310	.3572		+0.266		04.926	
		129		18		88
320	.3443		+0.284		05.014	
		104		10		82
330	.3339		+0.294		05.096	
		78		3		79
340	.3261		+0.297		05.175	
		52		5		77
350	.3209		+0.292		05.252	
		24		12		76
360	.3185		+0.280		05.328	

T 1904.445 e 0.2456
M 288° 23′ a 2.782
ω 111 33 μ 77°.57
Ω 253 39
i 7 59 U $4^{a}.641$

(324) Bamberga

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2479	27	+0.182	48	99.426	58
10	.2452	5	+0.230	43	99.484	57
20	.2457	40	+0.273	37	99.541	57
30	.2497	74	+0.310	31	99.598	58
40	.2571	109	+0.341	25	99.656	61
50	.2680	143	+0.366	17	99.717	65
60	.2823	176	+0.383	9	99.782	71
70	.2999	208	+0.392	1	99.853	77
80	.3207	238	+0.391	12	99.930	85
90	.3445	261	+0.379	24	00.015	95
100	.3706	278	+0.355	39	00.110	108
110	.3984	286	+0.316	56	00.218	124
120	.4270	286	+0.260	73	00.342	140
130	.4556	272	+0.187	91	00.482	160
140	.4828	244	+0.096	106	00.642	180
150	.5072	201	−0.010	117	00.822	199
160	.5273	146	−0.127	121	01.021	216
170	.5419	82	−0.248	116	01.237	228
180	.5501	13	−0.364	102	01.465	234
190	.5514	56	−0.466	79	01.699	231
200	.5458	117	−0.545	52	01.930	221
210	.5341	170	−0.597	24	02.151	207
220	.5171	211	−0.621	2	02.358	190
230	.4960	238	−0.619	25	02.548	172
240	.4722	253	−0.594	44	02.720	153
250	.4469	259	−0.550	57	02.873	135
260	.4210	256	−0.493	66	03.008	120
270	.3954	247	−0.427	72	03.128	108
280	.3707	233	−0.355	74	03.236	96
290	.3474	216	−0.281	75	03.332	86
300	.3258	195	−0.206	73	03.418	79
310	.3063	171	−0.133	71	03.497	72
320	.2892	146	−0.062	68	03.569	68
330	.2746	119	+0.006	63	03.637	64
340	.2627	89	+0.069	59	03.701	60
350	.2538	59	+0.128	54	03.761	58
360	.2479		+0.182		03.819	

T 1901.859 e 0.3387
M 195° 13′ a 2.682
ω 40 20 μ 81°.96
Ω 329 9
i 11 19 U 4a.393

(325) Heidelberga

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4618	96	+0.111	67	95.786	130
10	.4522	83	+0.178	60	95.916	125
20	.4439	68	+0.238	51	96.041	120
30	.4371	52	+0.289	43	96.161	118
40	.4319	33	+0.332	33	96.279	115
50	.4286	13	+0.365	23	96.394	114
60	.4273	7	+0.388	13	96.508	114
70	.4280	27	+0.401	3	96.622	114
80	.4307	47	+0.404	8	96.736	116
90	.4354	66	+0.396	18	96.852	120
100	.4420	84	+0.378	30	96.972	124
110	.4504	98	+0.348	40	97.096	129
120	.4602	110	+0.308	51	97.225	135
130	.4712	120	+0.257	62	97.360	143
140	.4832	125	+0.195	72	97.503	152
150	.4957	125	+0.123	79	97.655	160
160	.5082	122	+0.044	85	97.815	169
170	.5204	114	−0.041	89	97.984	179
180	.5318	103	−0.130	89	98.163	189
190	.5421	88	−0.219	86	98.352	197
200	.5509	70	−0.305	78	98.549	204
210	.5579	49	−0.383	66	98.753	210
220	.5628	27	−0.449	52	98.963	213
230	.5655	6	−0.501	34	99.176	215
240	.5661	16	−0.535	15	99.391	215
250	.5645	37	−0.550	4	99.606	212
260	.5608	57	−0.546	23	99.818	207
270	.5551	73	−0.523	40	00.025	202
280	.5478	88	−0.483	55	00.227	194
290	.5390	100	−0.428	67	00.421	186
300	.5290	108	−0.361	75	00.607	177
310	.5182	114	−0.286	80	00.784	168
320	.5068	117	−0.206	82	00.952	160
330	.4951	116	−0.124	82	01.112	151
340	.4835	112	−0.042	79	01.263	144
350	.4723	105	+0.037	74	01.407	136
360	.4618		+0.111		01.543	

T 1904.254 e 0.1585
M 124° 47′ a 3.212
ω 74 23 μ 62°.53
Ω 345 15
i 8 33.6 U 5a.757

(326) Tamara

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3359	208	−0.506	131	00.531	100
10	.3567	195	−0.375	157	00.631	110
20	.3762	170	−0.218	180	00.741	120
30	.3932	133	−0.038	194	00.861	128
40	.4065	89	+0.156	198	00.989	136
50	.4154	44	+0.354	190	01.125	139
60	.4198	2	+0.544	170	01.264	140
70	.4200	32	+0.714	141	01.404	140
80	.4168	58	+0.855	108	01.544	137
90	.4110	75	+0.963	72	01.681	132
100	.4035	83	+1.035	36	01.813	128
110	.3952	85	+1.071	2	01.941	123
120	.3867	83	+1.073	30	02.064	118
130	.3784	79	+1.043	59	02.182	114
140	.3705	76	+0.984	86	02.296	110
150	.3629	75	+0.898	110	02.406	106
160	.3554	76	+0.788	131	02.512	103
170	.3478	81	+0.657	146	02.615	99
180	.3397	90	+0.511	157	02.714	95
190	.3307	101	+0.354	162	02.809	91
200	.3206	111	+0.192	160	02.900	87
210	.3095	120	+0.032	153	02.987	82
220	.2975	124	−0.121	141	03.069	78
230	.2851	120	−0.262	126	03.147	73
240	.2731	109	−0.388	109	03.220	70
250	.2622	91	−0.497	90	03.290	66
260	.2531	66	−0.587	72	03.356	64
270	.2465	36	−0.659	56	03.420	63
280	.2429	2	−0.715	39	03.483	62
290	.2427	35	−0.754	23	03.545	62
300	.2462	72	−0.777	6	03.607	64
310	.2534	110	−0.783	12	03.671	67
320	.2644	144	−0.771	31	03.738	71
330	.2788	172	−0.740	53	03.809	76
340	.2960	193	−0.687	77	03.885	83
350	.3153	206	−0.610	104	03.968	91
360	.3359		−0.506		04.059	

T 1892.218 e 0.1874
M 298° 49′ a 2.317
ω 236 57 μ 102°.05
Ω 32 1
i 23 47.3 U 3a.528

(329) Svea

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.4028	5	−0.021	126	97.989	118
10	.4033	9	−0.147	121	98.107	117
20	.4024	20	−0.268	111	98.224	117
30	.4004	29	−0.379	97	98.341	115
40	.3975	33	−0.476	82	98.456	114
50	.3942	34	−0.558	63	98.570	112
60	.3908	31	−0.621	44	98.682	110
70	.3877	26	−0.665	24	98.792	109
80	.3851	19	−0.689	4	98.901	108
90	.3832	11	−0.693	16	99.009	107
100	.3821	4	−0.677	35	99.116	107
110	.3817	3	−0.642	53	99.223	106
120	.3820	8	−0.589	71	99.329	107
130	.3828	9	−0.518	87	99.436	108
140	.3837	7	−0.431	101	99.544	108
150	.3844	3	−0.330	111	99.652	109
160	.3847	3	−0.219	118	99.761	108
170	.3844	10	−0.101	121	99.869	108
180	.3834	18	+0.020	120	99.977	107
190	.3816	25	+0.140	114	00.084	106
200	.3791	29	+0.254	105	00.190	105
210	.3762	29	+0.359	92	00.295	103
220	.3733	26	+0.451	77	00.398	102
230	.3707	20	+0.528	62	00.500	101
240	.3687	11	+0.590	45	00.601	100
250	.3676	1	+0.635	27	00.701	99
260	.3675	12	+0.662	8	00.800	101
270	.3687	23	+0.670	10	00.901	101
280	.3710	34	+0.660	29	01.002	102
290	.3744	43	+0.631	47	01.104	104
300	.3787	49	+0.584	65	01.208	106
310	.3836	51	+0.519	83	01.314	108
320	.3887	48	+0.436	99	01.422	112
330	.3935	42	+0.337	111	01.534	114
340	.3977	32	+0.226	121	01.648	116
350	.4009	19	+0.105	126	01.764	117
360	.4028		−0.021		01.881	

T 1901.653 e 0.0278
M 120° 9′ a 2.474
ω 38 31 μ 92°54
Ω 178 20
i 16 0.7 U 3ª892

(331) Etheridgea

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.4338	11	−0.112	48	99.599	120
10	.4349	22	−0.064	50	99.719	121
20	.4371	32	−0.014	51	99.840	122
30	.4403	42	+0.037	50	99.962	123
40	.4445	50	+0.087	49	00.085	126
50	.4495	58	+0.136	47	00.211	130
60	.4553	64	+0.183	43	00.341	133
70	.4617	68	+0.226	38	00.474	138
80	.4685	72	+0.264	30	00.612	142
90	.4757	74	+0.294	22	00.754	147
100	.4831	74	+0.316	13	00.901	152
110	.4905	71	+0.329	4	01.053	157
120	.4976	67	+0.333	7	01.210	162
130	.5043	59	+0.326	19	01.372	167
140	.5102	48	+0.307	29	01.539	172
150	.5150	37	+0.278	39	01.711	175
160	.5187	23	+0.239	48	01.886	177
170	.5210	9	+0.191	54	02.063	178
180	.5219	7	+0.137	59	02.241	178
190	.5212	25	+0.078	61	02.419	178
200	.5187	40	+0.017	60	02.597	175
210	.5147	52	−0.043	59	02.772	170
220	.5095	64	−0.102	53	02.942	166
230	.5031	73	−0.155	46	03.108	161
240	.4958	77	−0.201	39	03.269	157
250	.4881	80	−0.240	30	03.426	150
260	.4801	80	−0.270	21	03.576	145
270	.4721	77	−0.291	12	03.721	139
280	.4644	72	−0.303	2	03.860	135
290	.4572	64	−0.305	7	03.995	130
300	.4508	55	−0.298	15	04.125	127
310	.4453	45	−0.283	22	04.252	124
320	.4408	34	−0.261	29	04.376	122
330	.4374	24	−0.232	35	04.498	120
340	.4350	12	−0.197	41	04.618	120
350	.4338	0	−0.156	44	04.738	119
360	.4338		−0.112		04.857	

T 1902.310 e 0.1010
M 187° 21′ a 3.024
ω 334 52 μ 68°47
Ω 22 51
i 6 5 U 5ª258

(332) Siri

l	log $r \cos b$	Diff.	$r \sin b$	Diff.	t	Diff.
0°	.4076	42	−0.068	19	99.084	111
10	.4118	50	−0.049	22	99.195	113
20	.4168	56	−0.027	23	99.308	115
30	.4224	62	−0.004	23	99.423	119
40	.4286	66	+0.019	23	99.542	123
50	.4352	68	+0.042	23	99.665	126
60	.4420	68	+0.065	22	99.791	130
70	.4488	65	+0.087	20	99.921	135
80	.4553	61	+0.107	17	00.056	139
90	.4614	56	+0.124	13	00.195	142
100	.4670	48	+0.137	9	00.337	146
110	.4718	38	+0.146	4	00.483	149
120	.4756	26	+0.150	0	00.632	151
130	.4782	14	+0.150	6	00.783	152
140	.4796	2	+0.144	10	00.935	153
150	.4798	11	+0.134	15	01.088	153
160	.4787	23	+0.119	18	01.241	151
170	.4764	36	+0.101	22	01.392	149
180	.4728	46	+0.079	24	01.541	146
190	.4682	55	+0.055	25	01.687	144
200	.4627	61	+0.030	25	01.831	139
210	.4566	67	+0.005	25	01.970	135
220	.4499	69	−0.020	24	02.105	131
230	.4430	69	−0.044	21	02.236	127
240	.4361	67	−0.065	19	02.363	123
250	.4294	65	−0.084	15	02.486	119
260	.4229	59	−0.099	12	02.605	116
270	.4170	51	−0.111	9	02.721	114
280	.4119	42	−0.120	5	02.835	111
290	.4077	32	−0.125	2	02.946	109
300	.4045	22	−0.127	1	03.055	107
310	.4023	12	−0.126	6	03.162	107
320	.4011	0	−0.120	9	03.269	106
330	.4011	11	−0.111	11	03.375	107
340	.4022	22	−0.100	15	03.482	107
350	.4044	32	−0.085	17	03.589	109
360	.4076		−0.068		03.698	

T 1904.993 e 0.0906
M 129° 49′ a 2.771
ω 293 45 μ 78°03
Ω 31 55
i 2 52.5 U 4ª614

(334) Chicago

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5845	4	−0.222	34	00.749	208
10	.5841	2	−0.256	27	00.957	208
20	.5839	1	−0.283	18	01.165	208
30	.5840	3	−0.301	9	01.373	209
40	.5843	6	−0.310	0	01.582	209
50	.5849	10	−0.310	9	01.791	209
60	.5859	12	−0.301	18	02.000	210
70	.5871	13	−0.283	28	02.210	212
80	.5884	14	−0.255	35	02.422	213
90	.5898	16	−0.220	42	02.635	213
100	.5914	15	−0.178	48	02.848	215
110	.5929	13	−0.130	52	03.063	216
120	.5942	12	−0.078	54	02.279	217
130	.5954	12	−0.024	55	02.496	219
140	.5966	9	+0.031	55	03.715	220
150	.5975	6	+0.086	53	04.935	220
160	.5981	4	+0.139	48	04.155	221
170	.5985	3	+0.187	43	04.376	222
180	.5988	0	+0.230	35	04.598	222
190	.5988	2	+0.265	28	04.820	223
200	.5986	4	+0.293	18	05.043	222
210	.5982	6	+0.311	9	05.265	222
220	.5976	7	+0.320	1	05.487	221
230	.5969	8	+0.319	12	05.708	220
240	.5961	8	+0.307	20	05.928	219
250	.5953	9	+0.287	28	06.147	219
260	.5944	10	+0.259	36	06.366	217
270	.5934	10	+0.223	44	06.583	216
280	.5924	11	+0.179	49	06.799	215
290	.5913	12	+0.130	52	07.014	213
300	.5901	11	+0.078	54	07.227	212
310	.5890	11	+0.024	55	07.439	211
320	.5879	11	−0.031	54	07.650	211
330	.5868	10	−0.085	50	07.861	209
340	.5858	8	−0.135	46	08.070	208
350	.5850	5	−0.181	41	08.278	208
360	.5845		−0.222		08.486	

T 1905.322 *e* 0.0170
M 199° 13′ *a* 3.912
ω 239 37 *μ* 46°.54
Ω 134 22
i 4 37.8 *U* 7ª.737

(336) Lacadiera

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3517	75	+0.182	23	99.425	96
10	.3592	74	+0.159	28	99.521	100
20	.3666	70	+0.131	33	99.621	103
30	.3736	62	+0.098	37	99.724	105
40	.3798	50	+0.061	40	99.829	109
50	.3848	37	+0.021	43	99.938	111
60	.3885	23	−0.022	42	00.049	112
70	.3908	10	−0.064	39	00.161	113
80	.3918	5	−0.103	37	00.274	114
90	.3913	20	−0.140	32	00.388	113
100	.3893	33	−0.172	25	00.501	111
110	.3860	44	−0.197	19	00.612	109
120	.3816	53	−0.216	12	00.721	107
130	.3763	61	−0.228	3	00.828	105
140	.3702	67	−0.231	4	00.933	101
150	.3635	69	−0.227	10	01.034	98
160	.3566	69	−0.217	17	01.132	95
170	.3497	69	−0.200	22	01.227	92
180	.3428	66	−0.178	27	01.319	89
190	.3362	62	−0.151	30	01.408	87
200	.3300	57	−0.121	33	01.495	85
210	.3243	50	−0.088	35	01.580	82
220	.3193	41	−0.053	36	01.662	80
230	.3152	31	−0.017	35	01.742	79
240	.3121	21	+0.018	34	01.821	78
250	.3100	12	+0.052	33	01.899	78
260	.3088	2	+0.085	31	01.977	77
270	.3086	9	+0.116	27	02.054	78
280	.3095	20	+0.143	23	02.132	78
290	.3115	31	+0.166	19	02.210	79
300	.3146	42	+0.185	14	02.289	81
310	.3188	53	+0.199	9	02.370	82
320	.3241	61	+0.208	3	02.452	84
330	.3302	68	+0.211	4	02.536	87
340	.3370	72	+0.207	9	02.623	90
350	.3442	75	+0.198	16	02.713	92
360	.3517		+0.182		02.805	

T 1902.474 *e* 0.0955
M 49° 57′ *a* 2.252
ω 28 50 *μ* 106°.52
Ω 234 52
i 5 38.5 *U* 3ª.380

(339) Dorothea

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4369	37	−0.046	83	97.870	123
10	.4406	44	−0.129	81	97.993	126
20	.4450	50	−0.210	76	98.119	129
30	.4500	57	−0.286	70	98.248	131
40	.4557	61	−0.356	61	98.379	135
50	.4618	66	−0.417	50	98.514	139
60	.4684	69	−0.467	37	98.653	143
70	.4753	72	−0.504	24	98.796	148
80	.4825	72	−0.528	8	98.944	153
90	.4897	71	−0.536	8	99.097	159
100	.4968	67	−0.528	26	99.256	164
110	.5035	59	−0.502	43	99.420	168
120	.5094	48	−0.459	60	99.588	173
130	.5142	34	−0.399	74	99.761	176
140	.5176	19	−0.325	86	99.937	178
150	.5195	1	−0.239	95	00.115	179
160	.5196	18	−0.144	100	00.294	178
170	.5178	37	−0.044	99	00.472	176
180	.5141	52	+0.055	95	00.648	172
190	.5089	66	+0.150	89	00.820	168
200	.5023	77	+0.239	78	00.988	162
210	.4946	85	+0.317	65	01.150	157
220	.4861	88	+0.382	50	01.307	150
230	.4773	87	+0.432	36	01.457	144
240	.4686	82	+0.468	20	01.601	139
250	.4604	75	+0.488	6	01.740	133
260	.4529	66	+0.494	8	01.873	130
270	.4463	56	+0.486	22	02.003	126
280	.4407	44	+0.464	34	02.129	123
290	.4363	32	+0.430	45	02.252	121
300	.4331	19	+0.385	55	02.373	120
310	.4312	8	+0.330	64	02.493	118
320	.4304	3	+0.266	71	02.611	118
330	.4307	12	+0.195	77	02.729	120
340	.4319	21	+0.118	81	02.849	120
350	.4340	29	+0.037	83	02.969	121
360	.4369		−0.046		03.090	

T 1905.102 *e* 0.1019
M 162° 55′ *a* 3.009
ω 156 5 *μ* 68°.96
Ω 174 26
i 9 54 *U* 5ª.220

(343) Ostara

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.2924	95	−0.071	18	99.976	69
10	.2829	74	−0.053	18	00.045	66
20	.2755	51	−0.035	19	00.111	65
30	.2704	26	−0.016	19	00.176	64
40	.2678	1	+0.003	18	00.240	63
50	.2677	23	+0.021	18	00.303	63
60	.2700	47	+0.039	18	00.366	65
70	.2747	71	+0.057	16	00.431	66
80	.2818	93	+0.073	15	00.497	69
90	.2911	115	+0.088	14	00.566	72
100	.3026	134	+0.102	11	00.638	77
110	.3160	152	+0.113	9	00.715	82
120	.3312	166	+0.122	6	00.797	88
130	.3478	176	+0.128	3	00.885	95
140	.3654	181	+0.131	1	00.980	104
150	.3835	181	+0.130	6	01.084	112
160	.4016	173	+0.124	11	01.196	122
170	.4189	159	+0.113	15	01.318	132
180	.4348	140	+0.098	20	01.450	141
190	.4488	113	+0.078	25	01.591	149
200	.4601	80	+0.053	28	01.740	156
210	.4681	41	+0.025	29	01.896	161
220	.4722	2	−0.004	30	02.057	162
230	.4724	38	−0.034	28	02.219	161
240	.4686	76	−0.062	25	02.380	157
250	.4610	110	−0.087	21	02.537	150
260	.4500	138	−0.108	15	02.687	142
270	.4362	158	−0.123	10	02.829	132
280	.4204	172	−0.133	5	02.961	123
290	.4032	180	−0.138	0	03.084	114
300	.3852	180	−0.138	4	03.198	104
310	.3672	176	−0.134	8	03.302	96
320	.3496	166	−0.126	10	03.398	89
330	.3330	153	−0.116	14	03.487	83
340	.3177	136	−0.102	15	03.570	77
350	.3041	117	−0.087	16	03.647	73
360	.2924		−0.071		03.720	

T 1903.734 *e* 0.2320
M 332° 34′ *a* 2.411
ω 6 56 *μ* 96.″14
Ω 38 35
i 3 18 *U* 3.ª744

(344) Desiderata

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3245	263	−0.537	61	00.758	91
10	.3508	280	−0.476	84	00.849	103
20	.3788	286	−0.392	111	00.952	116
30	.4074	279	−0.281	137	01.068	133
40	.4353	258	−0.144	161	01.201	151
50	.4611	222	+0.017	179	01.352	169
60	.4833	174	+0.196	187	01.521	185
70	.5007	117	+0.383	182	01.706	198
80	.5124	54	+0.565	164	01.904	205
90	.5178	7	+0.729	133	02.109	208
100	.5171	59	+0.862	95	02.317	205
110	.5112	104	+0.957	53	02.522	197
120	.5008	142	+1.010	11	02.719	186
130	.4866	169	+1.021	27	02.905	174
140	.4697	187	+0.994	59	03.079	160
150	.4510	198	+0.935	85	03.239	146
160	.4312	204	+0.850	106	03.385	133
170	.4108	205	+0.744	119	03.518	121
180	.3903	205	+0.625	128	03.639	110
190	.3698	200	+0.497	131	03.749	101
200	.3498	194	+0.366	131	03.850	92
210	.3304	186	+0.235	127	03.942	84
220	.3118	174	+0.108	120	04.026	77
230	.2944	160	−0.012	110	04.103	72
240	.2784	140	−0.122	100	04.175	67
250	.2644	117	−0.222	89	04.242	63
260	.2527	90	−0.311	77	04.305	60
270	.2437	59	−0.388	65	04.365	58
280	.2378	26	−0.453	54	04.423	57
290	.2352	11	−0.507	43	04.480	56
300	.2363	51	−0.550	31	04.536	57
310	.2414	91	−0.581	19	04.593	60
320	.2505	131	−0.600	7	04.653	62
330	.2636	169	−0.607	7	04.715	67
340	.2805	204	−0.600	22	04.782	73
350	.3009	236	−0.578	41	04.855	81
360	.3245		−0.537		04.936	

T 1903.077 *e* 0.3112
M 243° 46′ *a* 2.594
ω 233 31 *μ* 86.″14
Ω 49 0
i 18 38.3 *U* 4.ª178

(350) Ornamenta

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4120	71	−1.190	35	97.592	115
10	.4049	40	−1.155	61	97.707	112
20	.4009	10	−1.094	86	97.819	110
30	.3999	17	−1.008	111	97.929	111
40	.4016	39	−0.897	135	98.040	113
50	.4055	54	−0.762	159	98.153	115
60	.4109	61	−0.603	181	98.268	118
70	.4170	62	−0.422	199	98.386	121
80	.4232	57	−0.223	212	98.507	124
90	.4289	49	−0.011	217	98.631	128
100	.4338	41	+0.206	215	98.759	131
110	.4379	34	+0.421	205	98.890	133
120	.4413	32	+0.626	189	99.023	134
130	.4445	35	+0.815	168	99.157	137
140	.4480	43	+0.983	142	99.294	140
150	.4523	56	+1.125	114	99.434	142
160	.4579	73	+1.239	83	99.576	146
170	.4652	90	+1.322	51	99.722	152
180	.4742	106	+1.373	15	99.874	160
190	.4848	120	+1.388	24	00.034	168
200	.4968	129	+1.364	66	00.202	178
210	.5097	129	+1.298	113	00.380	189
220	.5226	117	+1.185	160	00.569	200
230	.5343	94	+1.025	206	00.769	210
240	.5437	58	+0.819	246	00.979	218
250	.5495	12	+0.573	274	01.197	221
260	.5507	40	+0.299	284	01.418	219
270	.5467	93	+0.015	276	01.637	213
280	.5374	137	−0.261	251	01.850	202
290	.5237	168	−0.512	216	02.052	189
300	.5069	185	−0.728	174	02.241	174
310	.4884	187	−0.902	131	02.415	159
320	.4697	179	−1.033	90	02.574	146
330	.4518	161	−1.123	54	02.720	135
340	.4357	134	−1.177	21	02.855	126
350	.4223	103	−1.198	8	02.981	120
360	.4120		−1.190		03.101	

T 1903.898 *e* 0.1523
M 4° 37′ *a* 3.119
ω 331 33 *μ* 65.″34
Ω 90 32
i 24 44.7 *U* 5.ª509

l	(351) Yrsa log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ	(352) Gisela log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ	(354) Eleonore log r cos b	Δ	r sin b	Δ	t	Δ
0°	.4683	108	−0.471	5	01.117	144	.2776	40	+0.103	10	01.942	68	.4746	103	−0.628	106	00.912	153
10	.4575	112	−0.466	20	01.261	138	.2736	24	+0.093	12	02.010	66	.4643	110	−0.734	77	01.065	145
20	.4463	111	−0.446	32	01.399	131	.2712	6	+0.081	14	02.076	66	.4533	108	−0.811	49	01.210	139
30	.4352	109	−0.414	42	01.530	123	.2706	11	+0.067	17	02.142	66	.4425	101	−0.860	23	01.349	132
40	.4243	104	−0.372	52	01.653	117	.2717	27	+0.050	18	02.208	67	.4324	90	−0.883	3	01.481	126
50	.4139	98	−0.320	58	01.770	113	.2744	43	+0.032	19	02.275	68	.4234	77	−0.880	27	01.607	121
60	.4041	88	−0.262	63	01.883	108	.2787	58	+0.013	19	02.343	69	.4157	62	−0.853	49	01.728	118
70	.3953	78	−0.199	66	01.991	104	.2845	73	−0.006	20	02.412	71	.4095	48	−0.804	69	01.846	114
80	.3875	67	−0.133	68	02.095	100	.2918	86	−0.026	20	02.483	74	.4047	34	−0.735	88	01.960	112
90	.3808	55	−0.065	68	02.195	98	.3004	95	−0.046	19	02.557	78	.4013	23	−0.647	105	02.072	112
100	.3753	41	+0.003	67	02.293	96	.3099	104	−0.065	19	02.635	81	.3990	15	−0.542	119	02.184	110
110	.3712	26	+0.070	63	02.389	94	.3203	110	−0.084	17	02.716	85	.3975	9	−0.423	131	02.294	109
120	.3686	11	+0.133	59	02.483	93	.3313	113	−0.101	14	02.801	90	.3966	7	−0.292	139	02.403	109
130	.3675	6	+0.192	54	02.576	93	.3426	113	−0.115	12	02.891	94	.3959	6	−0.153	143	02.512	108
140	.3681	23	+0.246	48	02.669	93	.3539	109	−0.127	8	02.985	99	.3953	5	−0.010	143	02.620	109
150	.3704	39	+0.294	41	02.762	95	.3648	101	−0.135	4	03.084	105	.3948	4	+0.133	139	02.729	108
160	.3743	55	+0.335	32	02.857	97	.3749	89	−0.139	0	03.189	110	.3944	0	+0.272	131	02.837	108
170	.3798	71	+0.367	23	02.954	100	.3838	74	−0.139	5	03.299	113	.3944	6	+0.403	119	02.945	108
180	.3869	88	+0.390	14	03.054	104	.3912	55	−0.134	10	03.412	117	.3950	14	+0.522	105	03.053	109
190	.3957	103	+0.404	3	03.158	108	.3967	35	−0.124	15	03.529	119	.3964	26	+0.627	89	03.162	110
200	.4060	114	+0.407	9	03.266	114	.4002	12	−0.109	19	03.648	120	.3990	40	+0.716	70	03.272	111
210	.4174	123	+0.398	21	03.380	121	.4014	11	−0.090	23	03.768	121	.4030	57	+0.786	50	03.383	114
220	.4297	127	+0.377	35	03.501	128	.4003	34	−0.067	24	03.889	120	.4087	74	+0.836	29	03.497	117
230	.4424	126	+0.342	47	03.629	135	.3969	55	−0.043	25	04.009	116	.4161	88	+0.865	6	03.614	123
240	.4550	121	+0.295	59	03.764	143	.3914	74	−0.018	25	04.125	113	.4249	101	+0.871	18	03.737	127
250	.4671	111	+0.236	72	03.907	152	.3840	90	+0.007	24	04.238	109	.4350	111	+0.853	44	03.864	134
260	.4782	96	+0.164	81	04.059	159	.3750	103	+0.031	22	04.347	104	.4461	115	+0.809	72	03.998	141
270	.4878	75	+0.083	87	04.218	165	.3647	111	+0.053	19	04.451	99	.4576	111	+0.737	100	04.139	148
280	.4953	50	−0.004	89	04.383	169	.3536	115	+0.072	16	04.550	94	.4687	101	+0.637	127	04.287	156
290	.5003	25	−0.093	87	04.552	173	.3421	116	+0.088	12	04.644	90	.4788	83	+0.510	150	04.443	163
300	.5028	2	−0.180	81	04.725	173	.3305	112	+0.100	9	04.734	85	.4871	56	+0.360	169	04.606	168
310	.5026	29	−0.261	72	04.898	172	.3193	106	+0.109	6	04.819	81	.4927	25	+0.191	179	04.774	171
320	.4997	52	−0.333	58	05.070	169	.3087	97	+0.115	2	04.900	77	.4952	9	+0.012	180	04.945	172
330	.4945	73	−0.391	43	05.239	165	.2990	86	+0.117	2	04.977	74	.4943	40	−0.168	172	05.117	170
340	.4872	88	−0.434	26	05.404	158	.2904	72	+0.115	5	05.051	71	.4903	68	−0.340	155	05.287	166
350	.4784	101	−0.460	11	05.562	152	.2832	56	+0.110	7	05.122	69	.4835	89	−0.495	133	05.453	160
360	.4683		−0.471		05.714		.2776		+0.103		05.191		.4746		−0.628		05.613	

	(351) Yrsa		(352) Gisela		(354) Eleonore	
	T 1904.555	e 0.1545	T 1904.445	e 0.1497	T 1901.927	e 0.1149
	M 157° 9′	a 2.765	M 255° 26′	a 2.194	M 303° 31′	a 2.806
	ω 27 47	μ 78″.29	ω 142 29	μ 110″.80	ω 3 34	μ 76″.58
	Ω 99 34		Ω 247 9		Ω 140 41	
	i 9 13.8	U 4ª.597	i 3 22	U 3ª.249	i 18 22.5	U 4ª.701

(356) Liguria

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3803	156	+0.024	57	01.150	97
10	.3647	139	+0.081	51	01.247	90
20	.3508	119	+0.132	45	01.337	85
30	.3389	97	+0.177	38	01.422	82
40	.3292	72	+0.215	31	01.504	78
50	.3220	46	+0.246	25	01.582	76
60	.3174	19	+0.271	18	01.658	75
70	.3155	8	+0.289	10	01.733	74
80	.3163	36	+0.299	3	01.807	75
90	.3199	63	+0.302	3	01.882	77
100	.3262	90	+0.299	11	01.959	80
110	.3352	115	+0.288	20	02.039	84
120	.3467	137	+0.268	28	02.123	89
130	.3604	157	+0.240	36	02.212	95
140	.3761	173	+0.204	46	02.307	102
150	.3934	185	+0.158	54	02.409	111
160	.4119	191	+0.104	62	02.520	122
170	.4310	191	+0.042	69	02.642	133
180	.4501	185	−0.027	75	02.775	144
190	.4686	172	−0.102	78	02.919	157
200	.4858	152	−0.180	77	03.076	169
210	.5010	124	−0.257	72	03.245	180
220	.5134	93	−0.329	62	03.425	190
230	.5227	57	−0.391	49	03.615	196
240	.5284	17	−0.440	33	03.811	200
250	.5301	22	−0.473	14	04.011	200
260	.5279	59	−0.487	5	04.211	196
270	.5220	93	−0.482	23	04.407	189
280	.5127	123	−0.459	39	04.596	179
290	.5004	147	−0.420	51	04.775	169
300	.4857	165	−0.369	60	04.944	157
310	.4692	177	−0.309	66	05.101	146
320	.4515	183	−0.243	69	05.247	134
330	.4332	183	−0.174	69	05.381	122
340	.4149	178	−0.105	67	05.503	114
350	.3971	168	−0.038	62	05.617	104
360	.3803		+0.024		05.721	

T 1904.500 e 0.2422
M 217° 41′ a 2.754
ω 74 32 μ $78^\circ.75$
Ω 356 9
i 8 16 U $4^a.571$

(361) Bononia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5879	145	−0.289	151	98.320	213
10	.5734	144	−0.138	145	98.533	199
20	.5590	140	+0.007	136	98.732	185
30	.5450	130	+0.143	124	98.917	174
40	.5320	118	+0.267	110	99.091	165
50	.5202	101	+0.377	94	99.256	156
60	.5101	82	+0.471	78	99.412	150
70	.5019	60	+0.549	61	99.562	145
80	.4959	35	+0.610	45	99.707	142
90	.4924	8	+0.655	29	99.849	140
100	.4916	18	+0.684	13	99.989	141
110	.4934	44	+0.697	5	00.130	143
120	.4978	70	+0.692	22	00.273	147
130	.5048	95	+0.670	40	00.420	152
140	.5143	117	+0.630	59	00.572	160
150	.5260	135	+0.571	79	00.732	170
160	.5395	150	+0.492	98	00.902	181
170	.5545	159	+0.394	117	01.083	195
180	.5704	162	+0.277	135	01.278	210
190	.5866	159	+0.142	150	01.488	225
200	.6025	151	−0.008	161	01.713	242
210	.6176	138	−0.169	167	01.955	259
220	.6314	119	−0.336	164	02.214	275
230	.6433	96	−0.500	154	02.489	289
240	.6529	72	−0.654	136	02.778	300
250	.6601	45	−0.790	110	03.078	309
260	.6646	18	−0.900	79	03.387	313
270	.6664	8	−0.979	43	03.700	313
280	.6656	34	−1.022	6	04.013	310
290	.6622	58	−1.028	31	04.323	304
300	.6564	78	−0.997	64	04.627	295
310	.6486	95	−0.933	94	04.922	283
320	.6391	111	−0.839	117	05.205	270
330	.6280	125	−0.722	135	05.475	256
340	.6155	135	−0.587	147	05.731	241
350	.6020	141	−0.440	151	05.972	226
360	.5879		−0.289		06.198	

T 1902.310 e 0.1984
M 109° 14′ a 3.959
ω 75 56 μ $45^\circ.70$
Ω 19 28
i 12 36.7 U $7^a.878$

(362) Havnia

l	log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.3993	21	−0.163	58	99.519	109
10	.3972	19	−0.105	60	99.628	109
20	.3953	16	−0.045	60	99.737	108
30	.3937	14	+0.015	59	99.845	106
40	.3923	11	+0.074	59	99.951	106
50	.3912	7	+0.133	55	00.057	106
60	.3905	2	+0.188	49	00.163	105
70	.3903	3	+0.237	41	00.268	106
80	.3906	9	+0.278	33	00.374	106
90	.3915	16	+0.311	24	00.480	107
100	.3931	22	+0.335	14	00.587	107
110	.3953	28	+0.349	5	00.694	108
120	.3981	32	+0.354	5	00.802	110
130	.4013	37	+0.349	16	00.912	112
140	.4050	40	+0.333	27	01.024	114
150	.4090	41	+0.306	36	01.138	117
160	.4131	40	+0.270	45	01.255	118
170	.4171	37	+0.225	54	01.373	120
180	.4208	33	+0.171	60	01.493	122
190	.4241	27	+0.111	63	01.615	124
200	.4268	19	+0.048	64	01.739	126
210	.4287	10	−0.016	65	01.865	126
220	.4297	2	−0.081	64	01.991	127
230	.4299	6	−0.145	61	02.118	126
240	.4293	13	−0.206	52	02.244	126
250	.4280	19	−0.258	43	02.370	125
260	.4261	24	−0.301	33	02.495	124
270	.4237	27	−0.334	23	02.619	122
280	.4210	29	−0.357	12	02.741	121
290	.4181	30	−0.369	0	02.862	119
300	.4151	30	−0.369	11	02.981	117
310	.4121	29	−0.358	22	03.098	116
320	.4092	27	−0.336	32	03.214	114
330	.4065	26	−0.304	40	03.328	113
340	.4039	24	−0.264	48	03.441	112
350	.4015	22	−0.216	53	03.553	110
360	.3993		−0.163		03.663	

T 1903.679 e 0.0448
M 309° 19′ a 2.580
ω 28 46 μ $86^\circ.87$
Ω 27 16
i 8 4.6 U $4^a.144$

l	(371) Bohemia log $r\cos b$	$r\sin b$	t	(372) Palma log $r\cos b$	$r\sin b$	t	(378) Holmia log $r\cos b$	$r\sin b$	t
0°	.4334	+0.341	98.783	.4325	+0.623	99.540	.3873	+0.238	97.858
	44	13	126	251	122	123	26	36	100
10	.4378	+0.354	98.909	.4074	+0.745	99.663	.3847	+0.202	97.958
	44	3	129	229	89	110	13	41	99
20	.4422	+0.357	99.038	.3845	+0.834	99.773	.3834	+0.161	98.057
	43	8	132	198	60	100	2	45	99
30	.4465	+0.349	99.170	.3647	+0.894	99.873	.3836	+0.116	98.156
	41	20	134	160	36	91	16	49	100
40	.4506	+0.329	99.304	.3487	+0.930	99.964	.3852	+0.067	98.256
	36	30	136	118	13	86	30	51	100
50	.4542	+0.299	99.440	.3369	+0.943	00.050	.3882	+0.016	98.356
	30	40	139	74	7	82	42	52	102
60	.4572	+0.259	99.579	.3295	+0.936	00.132	.3924	−0.036	98.458
	22	49	141	30	25	81	53	53	104
70	.4594	+0.210	99.720	.3265	+0.911	00.213	.3977	−0.089	98.562
	14	57	141	12	44	80	63	52	108
80	.4608	+0.153	99.861	.3277	+0.867	00.293	.4040	−0.141	98.670
	4	62	142	54	63	82	73	49	111
90	.4612	+0.091	00.003	.3331	+0.804	00.375	.4113	−0.190	98.781
	7	64	141	91	83	84	81	44	114
100	.4605	+0.027	00.144	.3422	+0.721	00.459	.4194	−0.234	98.895
	18	65	140	124	105	88	87	40	119
110	.4587	−0.038	00.284	.3546	+0.616	00.547	.4281	−0.274	99.014
	29	63	140	151	128	94	91	34	125
120	.4558	−0.101	00.424	.3697	+0.488	00.641	.4372	−0.308	99.139
	36	59	138	169	152	101	94	26	130
130	.4522	−0.160	00.562	.3866	+0.336	00.742	.4466	−0.334	99.269
	42	53	135	181	175	110	94	15	135
140	.4480	−0.213	00.697	.4047	+0.161	00.852	.4560	−0.349	99.404
	48	45	132	185	195	120	90	5	141
150	.4432	−0.258	00.829	.4232	−0.034	00.972	.4650	−0.354	99.545
	51	36	130	181	211	130	84	6	147
160	.4381	−0.294	00.959	.4413	−0.245	01.102	.4734	−0.348	99.692
	52	26	127	173	221	141	75	18	152
170	.4329	−0.320	01.086	.4586	−0.466	01.243	.4809	−0.330	99.844
	49	17	123	163	222	152	61	30	158
180	.4280	−0.337	01.209	.4749	−0.688	01.395	.4870	−0.300	00.002
	46	6	120	152	213	164	45	41	161
190	.4234	−0.343	01.329	.4901	−0.901	01.559	.4915	−0.259	00.163
	43	5	118	141	197	176	28	51	164
200	.4191	−0.338	01.447	.5042	−1.098	01.735	.4943	−0.208	00.327
	36	14	116	131	172	187	8	59	165
210	.4155	−0.324	01.563	.5173	−1.270	01.922	.4951	−0.149	00.492
	30	22	115	122	139	198	13	63	166
220	.4125	−0.302	01.678	.5295	−1.409	02.120	.4938	−0.086	00.658
	23	31	113	112	98	209	34	66	163
230	.4102	−0.271	01.791	.5407	−1.507	02.329	.4904	−0.020	00.821
	15	39	112	103	52	220	53	65	160
240	.4087	−0.232	01.903	.5510	−1.559	02.549	.4851	+0.045	00.981
	8	46	111	89	0	229	70	62	155
250	.4079	−0.186	02.014	.5599	−1.559	02.778	.4781	+0.107	01.136
	1	50	111	72	55	238	83	56	151
260	.4078	−0.136	02.125	.5671	−1.504	03.016	.4698	+0.163	01.287
	5	54	111	45	112	245	94	49	144
270	.4083	−0.082	02.236	.5716	−1.392	03.261	.4604	+0.212	01.431
	10	57	112	11	167	248	101	39	138
280	.4093	−0.025	02.348	.5727	−1.225	03.509	.4503	+0.251	01.569
	15	59	113	29	215	247	102	30	131
290	.4108	+0.034	02.461	.5698	−1.010	03.756	.4401	+0.281	01.700
	20	58	113	77	250	241	101	21	126
300	.4128	+0.092	02.574	.5621	−0.760	03.997	.4300	+0.302	01.826
	25	56	114	127	271	230	97	11	120
310	.4153	+0.148	02.688	.5494	−0.489	04.227	.4203	+0.313	01.946
	30	51	116	176	273	215	89	2	115
320	.4183	+0.199	02.804	.5318	−0.216	04.442	.4114	+0.315	02.061
	33	46	117	217	257	197	79	8	111
330	.4216	+0.245	02.921	.5101	+0.041	04.639	.4035	+0.307	02.172
	37	40	119	247	230	176	68	16	107
340	.4253	+0.285	03.040	.4854	+0.271	04.815	.3967	+0.291	02.279
	39	33	122	264	195	156	54	23	104
350	.4292	+0.318	03.162	.4590	+0.466	04.971	.3913	+0.268	02.383
	42	23	124	265	157	138	40	30	101
360	.4334	+0.341	03.286	.4325	+0.623	05.109	.3873	+0.238	02.484

(371) Bohemia: T 1902.091, e 0.0612, M 353° 26′, a 2.727, ω 340 1, μ 79.″94, Ω 284 9, i 7 23.2, U 4.ª503

(372) Palma: T 1902.365, e 0.2694, M 131° 58′, a 3.142, ω 113 33, μ 64.″64, Ω 328 20, i 23 41, U 5.ª569

(378) Holmia: T 1902.803, e 0.1278, M 4° 15′, a 2.776, ω 153 16, μ 77.″82, Ω 233 7, i 6 58, U 4.ª626

(379) Huenna

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4033	32	−0.009	12	98.145	103
10	.4065	52	−0.021	12	98.248	106
20	.4117	71	−0.033	12	98.354	108
30	.4188	90	−0.045	10	98.462	113
40	.4278	108	−0.055	10	98.575	118
50	.4386	122	−0.065	8	98.693	124
60	.4508	134	−0.073	7	98.817	132
70	.4642	142	−0.080	5	98.949	140
80	.4784	147	−0.085	1	99.089	150
90	.4931	149	−0.086	0	99.239	161
100	.5080	144	−0.086	3	99.400	172
110	.5224	134	−0.083	6	99.572	183
120	.5358	119	−0.077	10	99.755	195
130	.5477	100	−0.067	12	99.950	204
140	.5577	75	−0.055	15	00.154	213
150	.5652	46	−0.040	17	00.367	218
160	.5698	16	−0.023	18	00.585	222
170	.5714	16	−0.005	18	00.807	223
180	.5698	46	+0.013	18	01.030	219
190	.5652	75	+0.031	16	01.249	212
200	.5577	99	+0.047	13	01.461	204
210	.5478	118	+0.060	11	01.665	195
220	.5360	134	+0.071	8	01.860	184
230	.5226	145	+0.079	5	02.044	172
240	.5081	149	+0.084	1	02.216	160
250	.4932	148	+0.085	1	02.376	150
260	.4784	142	+0.084	3	02.526	140
270	.4642	133	+0.081	5	02.666	132
280	.4509	122	+0.076	7	02.798	124
290	.4387	108	+0.069	9	02.922	118
300	.4279	90	+0.060	10	03.040	113
310	.4189	72	+0.050	11	03.153	108
320	.4117	52	+0.039	11	03.261	105
330	.4065	32	+0.028	12	03.366	103
340	.4033	11	+0.016	13	03.469	103
350	.4022	11	+0.003	12	03.572	102
360	.4033		−0.009		03.674	

T 1901.270 e 0.1924
M 210° 5′ a 3.126
ω 177 18 μ 65″.12
Ω 172 44
i 1 36.6 U 5ª.529

(381) Myrrha

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.4927	79	−0.566	72	97.485	158
10	.5006	81	−0.638	56	97.643	164
20	.5087	83	−0.694	36	97.807	170
30	.5170	81	−0.730	15	97.977	177
40	.5251	77	−0.745	9	98.154	183
50	.5328	70	−0.736	34	98.337	190
60	.5398	59	−0.702	58	98.527	196
70	.5457	45	−0.644	81	98.723	201
80	.5502	26	−0.563	102	98.924	203
90	.5528	5	−0.461	120	99.127	204
100	.5533	18	−0.341	132	99.331	204
110	.5515	41	−0.209	137	99.535	202
120	.5474	64	−0.072	136	99.737	198
130	.5410	84	+0.064	129	99.935	191
140	.5326	99	+0.193	118	00.126	182
150	.5227	109	+0.311	103	00.308	173
160	.5118	113	+0.414	84	00.481	165
170	.5005	114	+0.498	64	00.646	157
180	.4891	108	+0.562	45	00.803	149
190	.4783	99	+0.607	26	00.952	142
200	.4684	85	+0.633	8	01.094	136
210	.4599	69	+0.641	10	01.230	130
220	.4530	53	+0.631	26	01.360	127
230	.4477	37	+0.605	42	01.487	125
240	.4440	19	+0.563	56	01.612	124
250	.4421	3	+0.507	69	01.736	123
260	.4418	12	+0.438	81	01.859	123
270	.4430	24	+0.357	91	01.982	123
280	.4454	36	+0.266	101	02.105	125
290	.4490	45	+0.165	107	02.230	128
300	.4535	53	+0.058	111	02.358	131
310	.4588	58	−0.053	112	02.489	135
320	.4646	64	−0.165	111	02.624	138
330	.4710	68	−0.276	106	02.762	143
340	.4778	72	−0.382	97	02.905	148
350	.4850	77	−0.479	87	03.053	152
360	.4927		−0.566		03.205	

T 1903.788 e 0.1259
M 114° 11′ a 3.199
ω 143 27 μ 62″.93
Ω 125 16
i 12 34.8 U 5ª.720

(382) Dodona

l	log $r\cos b$	Δ	$r\sin b$	Δ	t	Δ
0°	.5379	88	+0.314	59	97.097	196
10	.5467	68	+0.373	48	97.293	204
20	.5535	44	+0.421	33	97.497	208
30	.5579	20	+0.454	17	97.705	212
40	.5599	6	+0.471	0	97.917	212
50	.5593	31	+0.471	16	98.129	211
60	.5562	54	+0.455	32	98.340	206
70	.5508	77	+0.423	47	98.546	201
80	.5431	96	+0.376	57	98.747	192
90	.5335	110	+0.319	66	98.939	184
100	.5225	123	+0.253	70	99.123	174
110	.5102	131	+0.183	72	99.297	164
120	.4971	134	+0.111	72	99.461	154
130	.4837	133	+0.039	69	99.615	145
140	.4704	129	−0.030	63	99.760	137
150	.4575	120	−0.093	57	99.897	129
160	.4455	109	−0.150	50	00.026	122
170	.4346	95	−0.200	42	00.148	116
180	.4251	78	−0.242	35	00.264	112
190	.4173	59	−0.277	26	00.376	109
200	.4114	40	−0.303	18	00.485	106
210	.4074	18	−0.321	9	00.591	105
220	.4056	4	−0.330	1	00.696	105
230	.4060	26	−0.331	7	00.801	105
240	.4086	46	−0.324	16	00.906	107
250	.4132	66	−0.308	25	01.013	109
260	.4198	85	−0.283	33	01.122	114
270	.4283	101	−0.250	41	01.236	119
280	.4384	114	−0.209	50	01.355	124
290	.4498	124	−0.159	57	01.479	132
300	.4622	132	−0.102	63	01.611	140
310	.4754	136	−0.039	69	01.751	148
320	.4890	135	+0.030	73	01.899	158
330	.5025	129	+0.103	73	02.057	168
340	.5154	119	+0.176	71	02.225	178
350	.5273	106	+0.247	67	02.403	188
360	.5379		+0.314		02.591	

T 1903.952 e 0.1760
M 211° 17′ a 3.114
ω 267 20 μ 65″.52
Ω 315 41
i 7 26 U 5ª.494

(387) Aquitania

l	log r cos b	Diff.	r sin b	Diff.	t	Diff.
0°	.3797	138	−0.607	97	00.800	107
10	.3935	150	−0.704	83	00.907	115
20	.4085	161	−0.787	65	01.022	124
30	.4246	170	−0.852	44	01.146	134
40	.4416	174	−0.896	19	01.280	144
50	.4590	173	−0.915	11	01.424	157
60	.4763	162	−0.904	44	01.581	169
70	.4925	142	−0.860	79	01.750	181
80	.5067	112	−0.781	114	01.931	193
90	.5179	71	−0.667	147	02.124	201
100	.5250	21	−0.520	171	02.325	205
110	.5271	33	−0.349	186	02.530	205
120	.5238	88	−0.163	188	02.735	199
130	.5150	139	+0.025	178	02.934	189
140	.5011	177	+0.203	157	03.123	176
150	.4834	206	+0.360	130	03.299	161
160	.4628	220	+0.490	101	03.460	145
170	.4408	223	+0.591	73	03.605	132
180	.4185	214	+0.664	46	03.737	119
190	.3971	198	+0.710	22	03.856	108
200	.3773	176	+0.732	2	03.964	99
210	.3597	149	+0.734	17	04.063	92
220	.3448	120	+0.717	33	04.155	86
230	.3328	91	+0.684	48	04.241	82
240	.3237	63	+0.636	61	04.323	80
250	.3174	35	+0.575	73	04.403	77
260	.3139	10	+0.502	86	04.480	77
270	.3129	14	+0.416	96	04.557	77
280	.3143	33	+0.320	105	04.634	78
290	.3176	51	+0.215	112	04.712	79
300	.3227	65	+0.103	119	04.791	82
310	.3292	77	−0.016	123	04.873	84
320	.3369	89	−0.139	123	04.957	88
330	.3458	101	−0.262	121	05.045	91
340	.3559	113	−0.383	116	05.136	96
350	.3672	125	−0.499	108	05.232	102
360	.3797		−0.607		05.334	

T 1895.505 e 0.2384
M 353° 6′ a 2.739
ω 153 33 μ 79°.40
Ω 128 38
i 17 58 U $4^a.534$

(388) Charybdis

l	log r cos b	Diff.	r sin b	Diff.	t	Diff.
0°	.4567	31	+0.026	56	96.964	133
10	.4598	36	+0.082	56	97.097	136
20	.4634	39	+0.138	52	97.233	138
30	.4673	40	+0.190	46	97.371	140
40	.4713	41	+0.236	40	97.511	143
50	.4754	42	+0.276	34	97.654	145
60	.4796	42	+0.310	24	97.799	148
70	.4838	40	+0.334	14	97.947	152
80	.4878	38	+0.348	4	98.099	154
90	.4916	36	+0.352	8	98.253	157
100	.4952	30	+0.344	19	98.410	159
110	.4982	23	+0.325	29	98.569	161
120	.5005	15	+0.296	39	98.730	162
130	.5020	7	+0.257	48	98.892	164
140	.5027	2	+0.209	54	99.056	164
150	.5025	11	+0.155	59	99.220	163
160	.5014	20	+0.096	62	99.383	162
170	.4994	30	+0.034	63	99.545	160
180	.4964	38	−0.029	61	99.705	157
190	.4926	44	−0.090	56	99.862	155
200	.4882	48	−0.146	50	00.017	152
210	.4834	50	−0.196	44	00.169	148
220	.4784	52	−0.240	35	00.317	144
230	.4732	51	−0.275	27	00.461	142
240	.4681	48	−0.302	17	00.603	138
250	.4633	41	−0.319	7	00.741	135
260	.4592	35	−0.326	2	00.876	133
270	.4557	29	−0.324	12	01.009	130
280	.4528	21	−0.312	21	01.139	129
290	.4507	12	−0.291	28	01.268	129
300	.4495	5	−0.263	36	01.397	128
310	.4490	1	−0.227	42	01.525	128
320	.4491	9	−0.185	48	01.653	128
330	.4500	17	−0.137	52	01.781	129
340	.4517	23	−0.085	55	01.910	130
350	.4540	27	−0.030	56	02.040	131
360	.4567		+0.026		02.171	

T 1902.912 e 0.0617
M 88° 56′ a 3.004
ω 322 23 μ 69°.15
Ω 355 22
i 6 29 U $5^a.207$

(389) Industria

l	log r cos b	Diff.	r sin b	Diff.	t	Diff.
0°	.4404	1	+0.384	8	00.754	132
10	.4403	8	+0.392	3	00.886	133
20	.4395	15	+0.389	15	01.019	131
30	.4380	22	+0.374	28	01.150	130
40	.4358	27	+0.346	39	01.280	129
50	.4331	33	+0.307	47	01.409	127
60	.4298	38	+0.260	54	01.536	125
70	.4260	43	+0.206	61	01.661	123
80	.4217	47	+0.145	63	01.784	120
90	.4170	50	+0.082	65	01.904	117
100	.4120	51	+0.017	64	02.021	115
110	.4069	51	−0.047	60	02.136	112
120	.4018	49	−0.107	56	02.248	110
130	.3969	45	−0.163	51	02.358	107
140	.3924	39	−0.214	43	02.465	105
150	.3885	32	−0.257	35	02.570	103
160	.3853	23	−0.292	26	02.673	102
170	.3830	13	−0.318	17	02.775	102
180	.3817	2	−0.335	8	02.877	101
190	.3815	9	−0.343	2	02.978	101
200	.3824	19	−0.341	11	03.079	102
210	.3843	28	−0.330	21	03.181	103
220	.3871	38	−0.309	30	03.284	104
230	.3909	45	−0.279	39	03.388	106
240	.3954	50	−0.240	47	03.494	109
250	.4004	54	−0.193	53	03.603	112
260	.4058	54	−0.140	59	03.715	114
270	.4112	54	−0.081	64	03.829	117
280	.4166	51	−0.017	66	03.946	120
290	.4217	46	+0.049	65	04.066	123
300	.4263	41	+0.114	62	04.189	125
310	.4304	35	+0.176	59	04.314	128
320	.4339	27	+0.235	52	04.442	129
330	.4366	20	+0.287	43	04.571	131
340	.4386	13	+0.330	33	04.702	132
350	.4399	5	+0.363	21	04.834	132
360	.4404		+0.384		04.966	

T 1899.462 e 0.0678
M 63° 27′.5 a 2.608
ω 262 51 μ 85°.48
Ω 282 38
i 8 7.1 U $4^a.212$

l	(391) Ingeborg log $r \cos b$	Δ	$r \sin b$	Δ	t	Δ
0°	.1942	70	+0.358	98	01.684	52
10	.2012	91	+0.260	110	01.736	53
20	.2103	108	+0.150	118	01.789	56
30	.2211	118	+0.032	126	01.845	59
40	.2329	127	−0.094	131	01.904	63
50	.2456	137	−0.225	131	01.967	67
60	.2593	146	−0.356	130	02.034	71
70	.2739	156	−0.486	124	02.105	76
80	.2895	168	−0.610	116	02.181	82
90	.3063	182	−0.726	103	02.263	89
100	.3245	195	−0.829	88	02.352	97
110	.3440	208	−0.917	67	02.449	107
120	.3648	216	−0.984	43	02.556	118
130	.3864	217	−1.027	12	02.674	130
140	.4081	208	−1.039	25	02.804	143
150	.4289	185	−1.014	67	02.947	157
160	.4474	147	−0.947	113	03.104	169
170	.4621	92	−0.834	156	03.273	179
180	.4713	20	−0.678	192	03.452	184
190	.4733	57	−0.486	214	03.636	183
200	.4676	139	−0.272	218	03.819	174
210	.4537	210	−0.054	203	03.993	161
220	.4327	265	+0.149	176	04.154	144
230	.4062	299	+0.325	141	04.298	126
240	.3763	312	+0.466	106	04.424	110
250	.3451	307	+0.572	74	04.534	96
260	.3144	288	+0.646	46	04.630	83
270	.2856	258	+0.692	23	04.713	73
280	.2598	222	+0.715	3	04.786	66
290	.2376	182	+0.718	14	04.852	59
300	.2194	140	+0.704	27	04.911	55
310	.2054	98	+0.677	40	04.966	52
320	.1956	57	+0.637	52	05.018	51
330	.1899	20	+0.585	64	05.069	50
340	.1879	16	+0.521	76	05.119	50
350	.1895	47	+0.445	87	05.169	50
360	.1942		+0.358		05.219	

T 1903.076 e 0.3087
M 141°50′ a 2.321
ω 145 8 μ 101°.83
Ω 212 34
i 23 2.6 U 3ª.535

Anhang.

Heliozentrische Koordinaten von Mars, Jupiter und Saturn.

l*	Mars						Jupiter						Saturn					
	log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t		log $r \cos b$		$r \sin b$		t	
0°	.1439	34	−0.034	6	00.322	44	.6948	4	−0.112	1	92.190	298	0.9789	40	−0.382	18	78.767	809
10	.1473	43	−0.028	6	00.366	46	.6944	2	−0.113	2	92.488	299	0.9749	39	−0.400	6	79.576	793
20	.1516	52	−0.022	7	00.412	46	.6946	7	−0.111	5	92.787	300	0.9710	37	−0.406	6	80.369	780
30	.1568	59	−0.015	8	00.458	47	.6953	14	−0.106	8	93.087	300	0.9673	33	−0.400	18	81.149	768
40	.1627	65	−0.007	8	00.505	49	.6967	19	−0.098	11	93.387	302	0.9640	29	−0.382	29	81.917	757
50	.1692	69	+0.001	8	00.554	50	.6986	24	−0.087	14	93.689	306	0.9611	23	−0.353	39	82.674	748
60	.1761	70	+0.009	9	00.604	52	.7010	29	−0.073	16	93.995	310	0.9588	18	−0.314	47	83.422	741
70	.1831	71	+0.018	8	00.656	53	.7039	32	−0.057	18	94.305	314	0.9570	11	−0.267	55	84.163	736
80	.1902	68	+0.026	8	00.709	55	.7071	35	−0.039	20	94.619	319	0.9559	5	−0.212	60	84.899	...
90	.1970	63	+0.034	6	00.764	57	.7106	36	−0.019	20	94.938	...	0.9554	2	−0.152	65	85.625	730
100	.2033	57	+0.040	6	00.821	58	.7142	37	+0.001	21	95.258	330	0.9556	9	−0.087	68	86.355	736
110	.2090	48	+0.046	4	00.879	60	.7179	36	+0.022	20	95.588	335	0.9565	15	−0.019	69	87.091	740
120	.2138	37	+0.050	3	00.939	61	.7215	35	+0.042	20	95.923	341	0.9580	22	+0.050	68	87.831	746
130	.2175	25	+0.053	1	01.000	62	.7250	32	+0.062	18	96.264	346	0.9602	26	+0.118	65	88.577	755
140	.2200	13	+0.054	1	01.062	62	.7282	28	+0.080	15	96.610	351	0.9628	32	+0.183	61	89.332	766
150	.2213	1	+0.053	3	01.124	63	.7310	23	+0.095	13	96.961	355	0.9660	35	+0.244	54	90.098	777
160	.2212	14	+0.050	4	01.187	63	.7333	18	+0.108	9	97.316	360	0.9695	38	+0.298	46	90.875	791
170	.2198	27	+0.046	6	01.250	62	.7351	12	+0.117	6	97.676	361	0.9733	40	+0.344	37	91.666	805
180	.2171	39	+0.040	7	01.312	60	.7363	5	+0.123	2	98.037	362	0.9773	41	+0.381	26	92.471	821
190	.2132	49	+0.033	8	01.372	60	.7368	2	+0.125	2	98.399	362	0.9814	40	+0.407	13	93.292	836
200	.2083	58	+0.025	8	01.432	58	.7366	8	+0.123	7	98.761	362	0.9854	39	+0.420	1	94.128	851
210	.2025	65	+0.017	9	01.490	57	.7358	15	+0.116	9	99.123	360	0.9893	36	+0.421	12	94.979	...
220	.1960	69	+0.008	9	01.547	55	.7343	21	+0.107	13	99.483	357	0.9929	32	+0.409	26	95.832	879
230	.1891	70	−0.001	9	01.602	53	.7322	26	+0.094	16	99.840	353	0.9961	27	+0.383	38	96.711	890
240	.1821	71	−0.010	8	01.655	52	.7296	30	+0.078	18	00.193	349	0.9988	20	+0.345	49	97.601	900
250	.1750	69	−0.018	7	01.707	50	.7266	33	+0.060	20	00.542	343	1.0008	14	+0.296	59	98.501	906
260	.1681	65	−0.025	6	01.757	48	.7233	35	+0.040	20	00.885	338	1.0022	7	+0.237	67	99.407	911
270	.1616	58	−0.031	5	01.805	47	.7198	37	+0.020	21	01.223	333	1.0029	1	+0.170	73	00.318	912
280	.1558	50	−0.036	4	01.852	46	.7161	37	−0.001	21	01.556	327	1.0028	10	+0.097	75	01.230	909
290	.1508	42	−0.040	3	01.898	45	.7124	35	−0.022	19	01.883	321	1.0018	18	+0.022	76	02.139	903
300	.1466	32	−0.043	1	01.943	44	.7089	33	−0.041	18	02.204	317	1.0000	25	−0.054	74	03.042	897
310	.1434	22	−0.044	1	01.987	43	.7056	30	−0.059	16	02.521	312	0.9975	32	−0.128	68	03.939	881
320	.1412	10	−0.045	1	02.030	43	.7026	27	−0.075	13	02.833	308	0.9944	36	−0.196	61	04.820	...
330	.1402	1	−0.044	2	02.073	43	.6999	22	−0.088	11	03.141	304	0.9908	39	−0.257	52	05.678	855
340	.1403	12	−0.042	4	02.116	43	.6977	16	−0.099	8	03.445	302	0.9869	42	−0.309	42	06.533	841
350	.1415	24	−0.038	4	02.159	43	.6961	10	−0.107	5	03.747	300	0.9827	43	−0.351	30	07.374	825
360	.1439		−0.034		02.202		.6951		−0.112		04.047		0.9784		−0.381		08.199	

Mars: $U = 1^{\mathrm{a}}880$

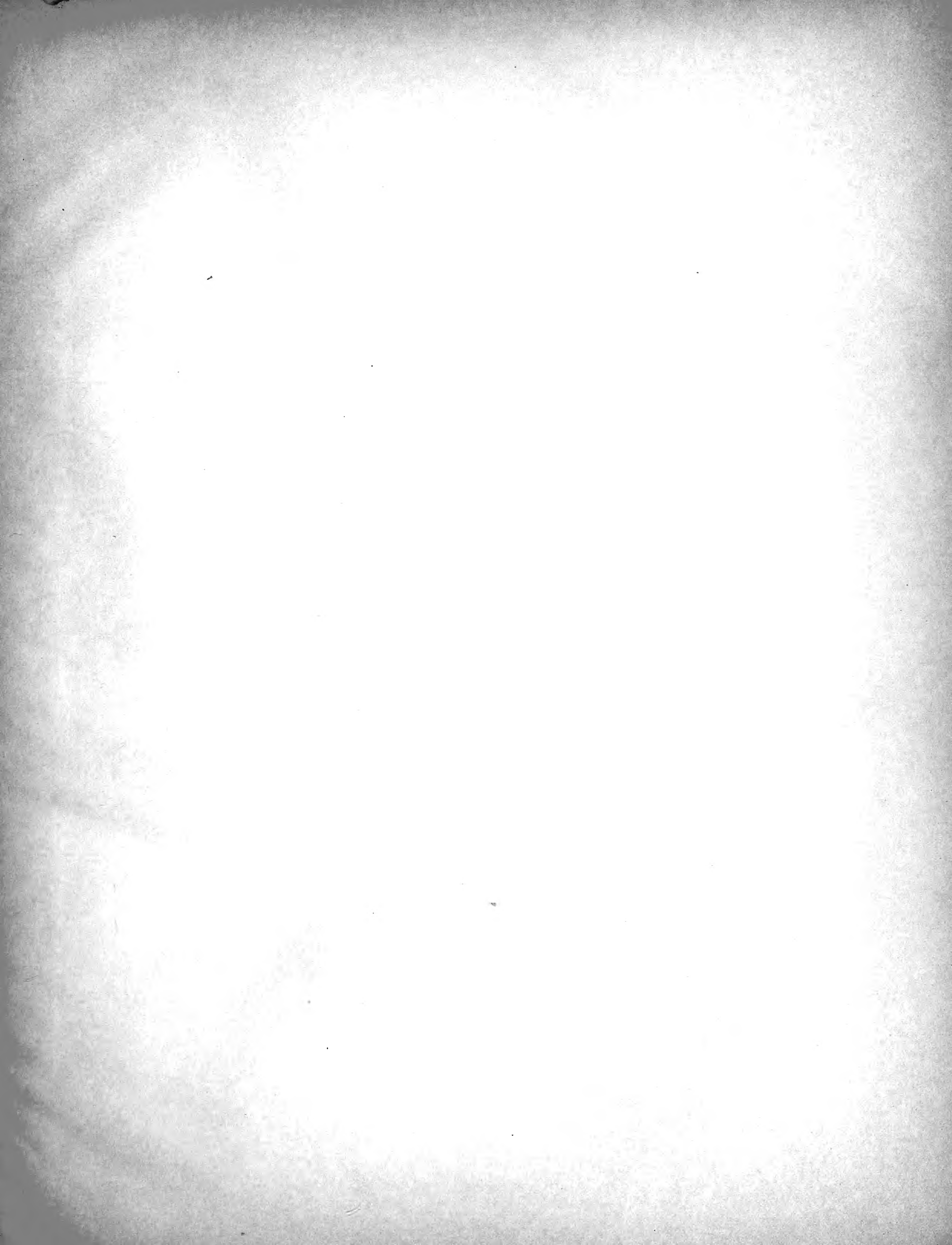
* l für Aeq. 1900.0

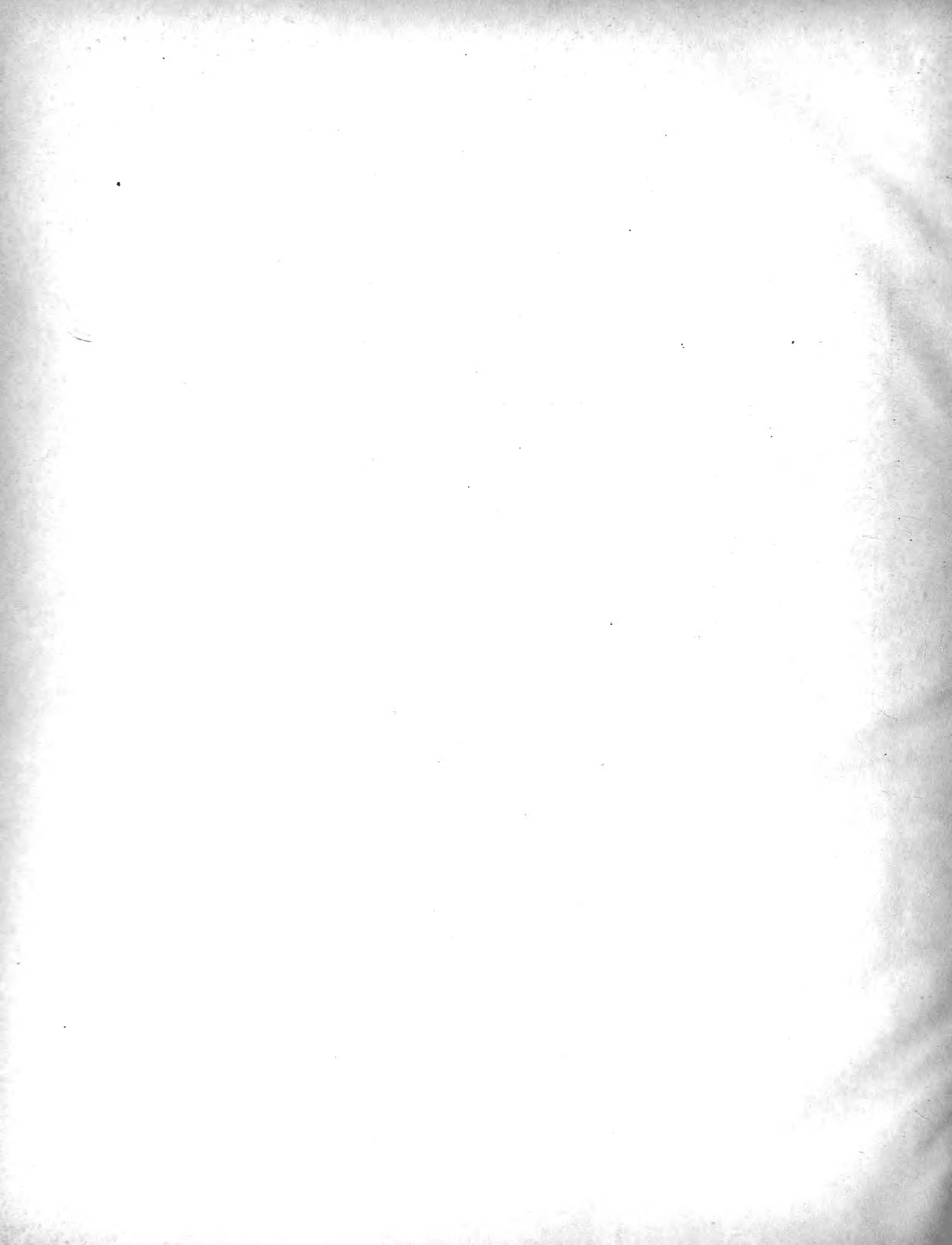
Jupiter: $U = 11^{\mathrm{a}}857$

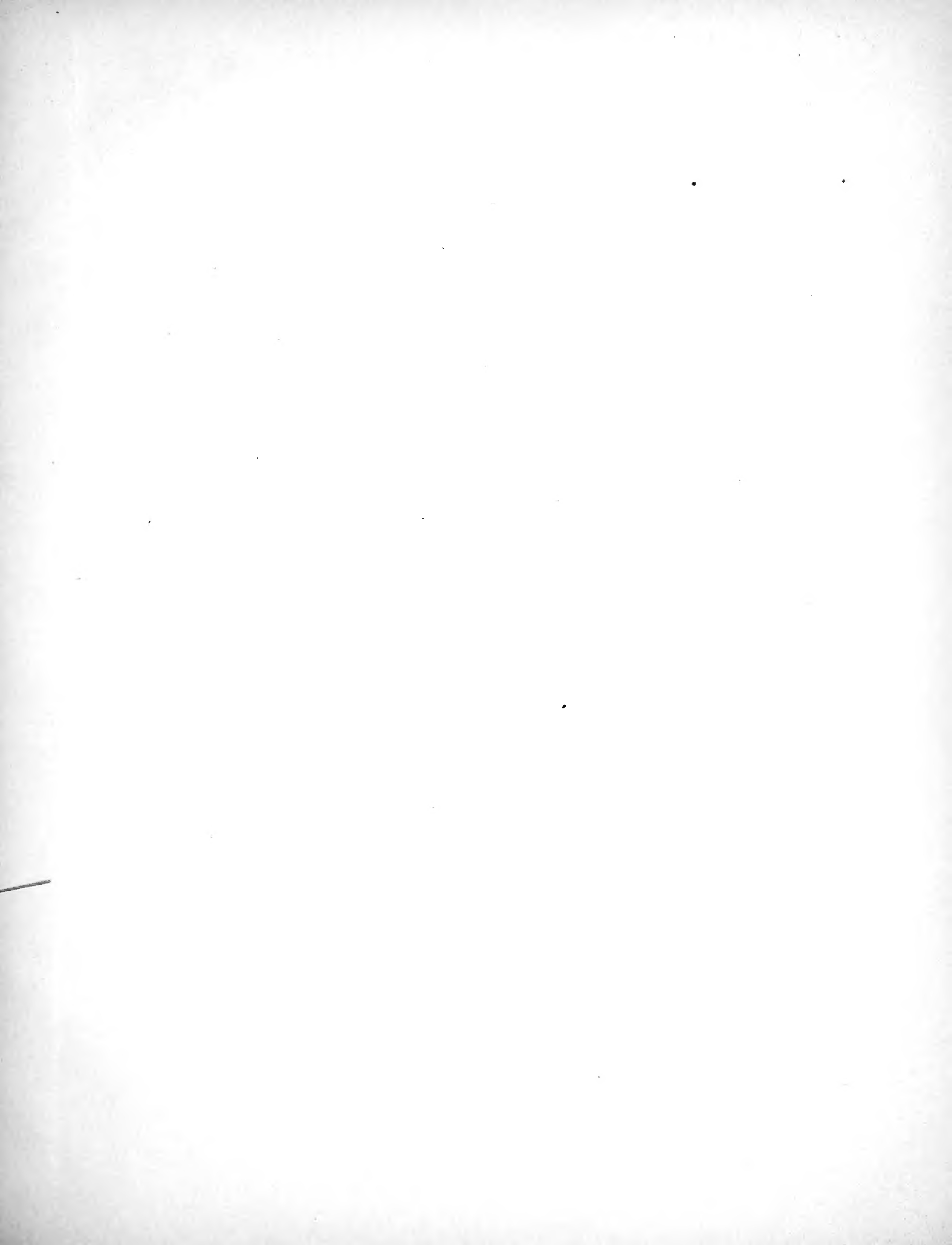
* l 0°.. 90° für Aeq. 1890.0
l 100°. 360° » » 1900.0

Saturn: $U = 29^{\mathrm{a}}432$

* l 0°.. 80° für Aeq. 1880.0
90°..210° » » 1890.0
220°..320° » » 1900.0
330°..360° » » 1910.0







SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 8986